



Campagne expérimentale de soja et tournesol 2010

Rapport de synthèse



LEROY Jean, WEY Joseph,
NOPELBA Odette, ADAMOU
Issa



Centre de coopération
internationale en recherche
agronomique
pour le développement

Sommaire

1	Introduction.....	6
2	Pluviométries 2010 sur les différents sites expérimentaux	7
2.1	Pluviométrie 2010 à Maroua.....	7
2.2	Pluviométrie 2010 à Soukoundou	8
2.3	Pluviométrie 2010 à Garoua - Sanguéré	9
2.4	Pluviométrie 2010 sur le site de Tcholliré	10
2.5	Pluviométrie 2010 à Touboro.....	11
3	Le statut variétal soja	12
3.1	Rappel de la situation en 2009	12
3.2	Essai variétal soja de Touboro.....	13
3.2.1	Protocole expérimental.....	13
3.2.2	Résultats	13
3.3	Essai variétal soja de Sanguéré.....	15
3.3.1	Protocole expérimental.....	15
3.3.2	Résultats	16
3.4	Essai variétal soja de Soukoundou	18
3.4.1	Protocole expérimental.....	18
3.4.2	Résultats de Soukoundou.....	19
3.5	Essai variétal soja de Kodeck	20
3.5.1	Résultats de Kodeck	21
3.6	Etude de la déhiscence des gousses.....	22
3.6.1	Protocole expérimental.....	23
3.7	Récapitulatif variétal	25
4	Ajustement de la dose optimale d'engrais pour le soja	28
4.1	Les essais « fertilisation » selon le niveau de production	28
4.1.1	Protocole expérimental.....	29
4.1.2	Résultats d'ensemble	29
4.1.3	Effet dose d'engrais (0; 20-10-30 ; 20-20-60).....	30
4.1.4	Effet azote starter.....	31
4.1.5	Nodulation du soja	31
4.1.6	Effet poudrette de parc	33
4.2	Les essais doses P2O5 et K2O.....	33
4.2.1	Essai dose P2O5.....	34

4.2.2	Essai dose K2O	35
5	Définition de la densité optimale de culture du soja	39
5.1	Dispositif expérimental	39
5.2	Résultats de l'essai densité mis en place à Touboro	40
5.2.1	Analyse des densités obtenues par rapport aux densités visées (Touboro)	40
5.2.2	Production de grains (Touboro)°	40
5.3	Résultats de l'essai densité de Sanguéré	41
5.3.1	Analyse des densités obtenues par rapport aux densités visées (Sanguéré).....	41
5.3.2	Résultats de production en grains.....	42
5.4	Résultats de l'essai densité de Kodeck.....	43
6	Les composantes du rendement : une méthode de compréhension du fonctionnement des plantes	44
6.1	Relation entre variable de production et de population	45
6.2	Relations entre composantes de rendement.....	45
6.3	La notion de courbe-enveloppe	46
6.3.1	Exemple d'utilisation des courbes enveloppes	47
7	Le statut variétal du Tournesol.....	50
8	Les opérations transversales	51
8.1	Les essais rotations culturales.....	51
8.2	Le semis mécanique	52
8.3	Autres activités transversales.....	54
8.3.1	La production de semences de SOJA.....	54
8.3.2	Les formations de démonstrations sur l'utilisation culinaire du soja	54
9	Conclusions – propositions.....	55
9.1	SOJA	55
9.2	TOURNESOL	56
9.3	Les opérations transversales	56

Liste des tableaux

Tableau 1 : liste des variétés comparées à Touboro en 2010.....	13
Tableau 2 : résultats de rendement (kg graines /ha, 12% d'humidité) des 6 répétitions.....	14
Tableau 3 : liste des variétés de soja mises en comparaison.....	15
Tableau 4 : résultats de rendement en grains (kg/ha 12% d'humidité).....	16
Tableau 5 : cycle des différentes variétés	17
Tableau 6 : liste des variétés de soja mises en comparaison à Soukoundou.....	19
Tableau 7 : rendement des différentes variétés	20
Tableau 8 : liste des variétés de soja mises en comparaison à Kodeck	21
Tableau 9 : résultats de rendement de l'essai variétal Kodeck.....	22
Tableau 10 : synthèse des essais variétaux pour les cycles < 100 jours.....	26
Tableau 11 : synthèse des essais variétés pour les cycles 100 à 110 jours	26
Tableau 12 : synthèse des essais variétaux pour le groupe des cycles = ou > 120 jours	27
Tableau 13: Les différents traitements de l'essai.....	29
Tableau 14 : résultats de rendements de l'essai fertilisation	29
Tableau 15 : moyenne de production de grains et test de Duncan entre traitements	30
Tableau 16: Moyenne de production et test de Duncan entre variétés.....	30
Tableau 17 : résultats des comptages de nodosités selon la variété.....	32
Tableau 18 : protocole de l'essai soustractif P2O5	34
Tableau 19 : Résultats de rendements essai soustractif P2O5	34
Tableau 20 : analyse de variance sur les 7 répétitions retenues	35
Tableau 21 : tableau récapitulatif des traitements.....	36
Tableau 22 : résultats de rendement de l'essai soustractif K2O	37
Tableau 23 : traitements mis en places.....	39
Tableau 24: Résultats des productions de semences	50
Tableau 25: Résultats de l'essai rotations culturales (2008, 2009, 2010) Soukoundou (Rdt en Kg/ha) 51	
Tableau 26: Résultats de l'essai rotations culturales (2008, 2009, 2010) Sanguéré (Rdt en Kg/ha).....	51
Tableau 27: Résultats de l'essai rotations culturales (2008, 2009, 2010) Tcholliré (Rdt en Kg/ha).....	51
Tableau 28: Résultats test semis mécanique	53
Tableau 29: Séances de sensibilisation à l'utilisation culinaire du soja	54

Liste des figures

Figure 1: pluviométrie relevée sur Maroua en 2010 : : moyenne mensuelle et cumulée.....	7
Figure 2 : pluviométrie relevée sur le site de Soukoundou en 2010 : moyenne mensuelle et cumulée	8
Figure 3 : pluviométrie relevée sur le site de Garoua-Sanguéré en 2010 : moyenne mensuelle et cumulée.....	9
Figure 4 : pluviométrie relevée sur le site de Tcholliré en 2010 : moyenne mensuelle et cumulée	10
Figure 5: pluviométrie relevée sur le site de Touboro en 2010: moyenne mensuelle et cumulée	11
Figure 6 : relation entre densité de plante/ha et rendement (Touboro).....	14
Figure 7 : analyse de la densité de plantes (Sanguéré)	16
Figure 8 : analyse de la densité de plantes et rendement (Soukoundou)	19
Figure 9 : représentation de la densité en fonction des traitements et répétitions.....	21
Figure 10 : les variétés sensibles à la déhiscence des gousses.....	23
Figure 11 : variétés à déhiscence intermédiaire	24
Figure 12 : variétés présentant une résistance à la déhiscence des gousses	25
Figure 13 : effet de la dose d'engrais selon la variété.....	30
Figure 14 : effet de l'azote starter selon la variété	31
Figure 15 : effet de la poudrette de parc	33
Figure 16 : analyse de la densité de culture de l'essai	34
Figure 17 : relation entre dose P2O5 et rendement en grains	35
Figure 18 : analyse de la densité de culture de l'essai	36
Figure 19 : représentation des rendements selon la dose de potasse	37
Figure 20 : représentation des densités réelles (récolte) et des densités visées.....	40
Figure 21 : représentation des relations entre densité à la récolte et production de grains	40
Figure 22 : représentation de tous les couples NP x PG.....	41
Figure 23 : relation densités à la récolte x densités visées	42
Figure 24 : relation entre densités à la récolte et rendement (Sanguéré).....	42
Figure 25 : relation densité visée x rendement en grains (Kodeck)	43
Figure 26 : relation entre variable de production et population	45
Figure 27 : relation entre composantes du rendement	46
Figure 28 : courbe enveloppe et nuage de points.....	47
Figure 29 : représentation graphique des données et courbe d'ajustement	48
Figure 30: Analyse de l'ensemble des points par la courbe enveloppe	48

1 Introduction

Le programme diversification 2010 est essentiellement constitué d'un chapitre expérimental, accompagné d'un volet de production de semences. Une activité d'appui-conseil et de sensibilisation (visites d'essais et formations culinaires) a complété ce programme.

Le chapitre expérimental est orienté principalement sur le soja qui reste la priorité première de la SODECOTON en matière de diversification. Les orientations principales concernent l'élargissement du statut variétal actuel et la mise au point de l'itinéraire technique (dose d'engrais, densité de population, etc...).

Les activités sur tournesol sont encore réduites du fait que l'on est toujours bloqué par le choix variétal dont les avancées restent encore insuffisantes. Des hybrides sont identifiés, mais l'orientation spécifique de la SODECOTON sur des hybrides produits localement (problème économique) nécessite des investigations plus étendues qui n'ont pas encore, à ce jour, abouti à l'identification de matériel adapté aux conditions pédoclimatiques de la région cotonnière. On en reste encore au stade des introductions.

Par ailleurs, un programme transversal étudie les alternatives de rotations de cultures introduisant le soja et le tournesol dans les successions habituelles (coton, maïs, sorgho).

Concernant la production de semences, elle intéresse principalement les variétés de soja en cours de diffusion, *Houla 1*, *SJ 235*, *TGX 1910 14F*, *TGX 1844 18 E* et *TGX 1448 2 E*; l'objectif est de mettre en place un schéma de production de semences de bases (G0 à G3) qui seront distribuées aux opérateurs du développement pour diffusion. Ce dispositif permet également d'anticiper la diffusion de nouvelles variétés.

Enfin, les activités d'appui-conseil et de formations sont particulièrement destinées aux agents de la SODECOTON et de la Confédération Nationale des Producteurs de Coton (CNPC), qui sont chargés de diffuser les innovations techniques auprès des producteurs. Cette opération comporte :

- des activités d'appui-conseil sur les techniques culturales du soja (visites des essais),
- des formations de sensibilisation à l'auto-consommation du soja (préparations culinaires).

2 Pluviométries 2010 sur les différents sites expérimentaux

Ci-dessous, la pluviométrie sur les sites d'intervention ; la première figure présente la pluviométrie mensuelle cumulée, comparée à la moyenne de 1967 à 2009. Une seconde figure présente les précipitations mensuelles.

2.1 Pluviométrie 2010 à Maroua

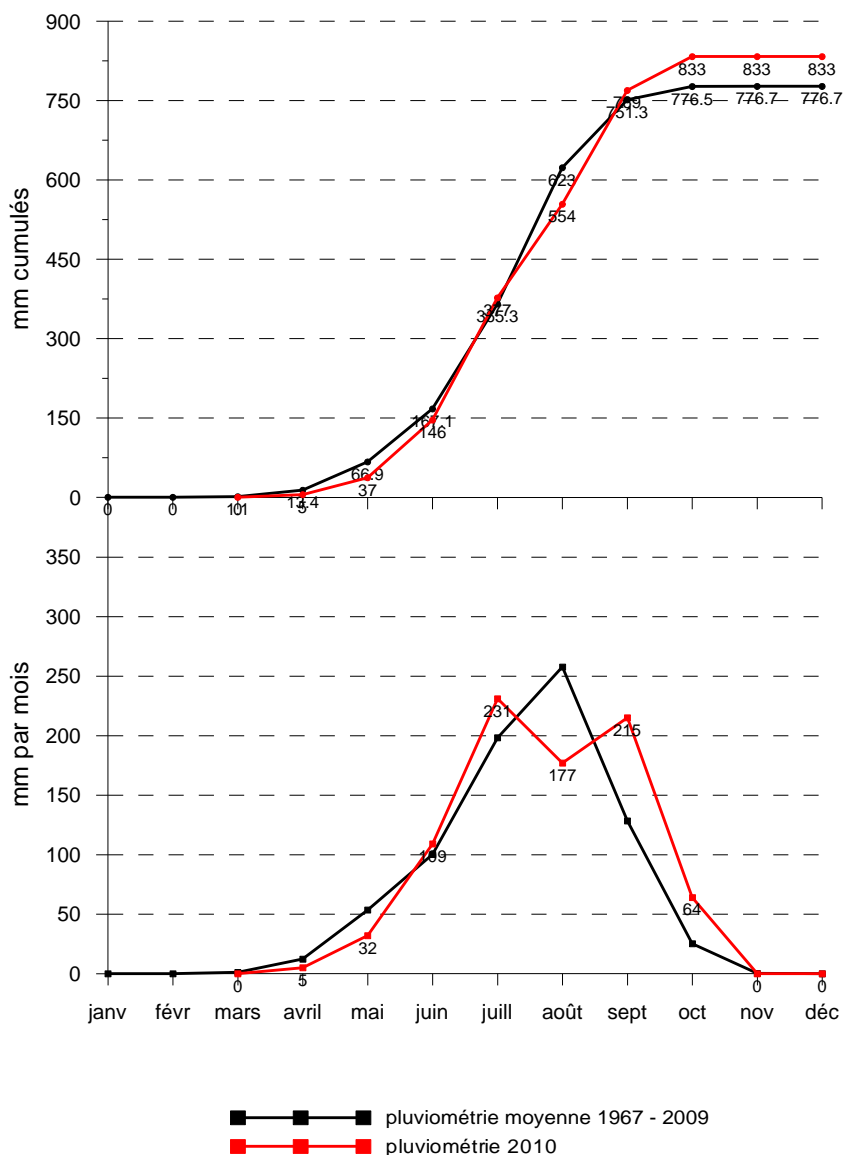


Figure 1: pluviométrie relevée sur Maroua en 2010 : moyenne mensuelle et cumulée

La pluviométrie de l'année a été globalement très bonne par rapport à la moyenne si on prend en compte le total pluviométrique. Cependant un déficit important est intervenu courant août ce qui a eu des incidences significatives sur le développement des cultures.

2.2 Pluviométrie 2010 à Soukoundou

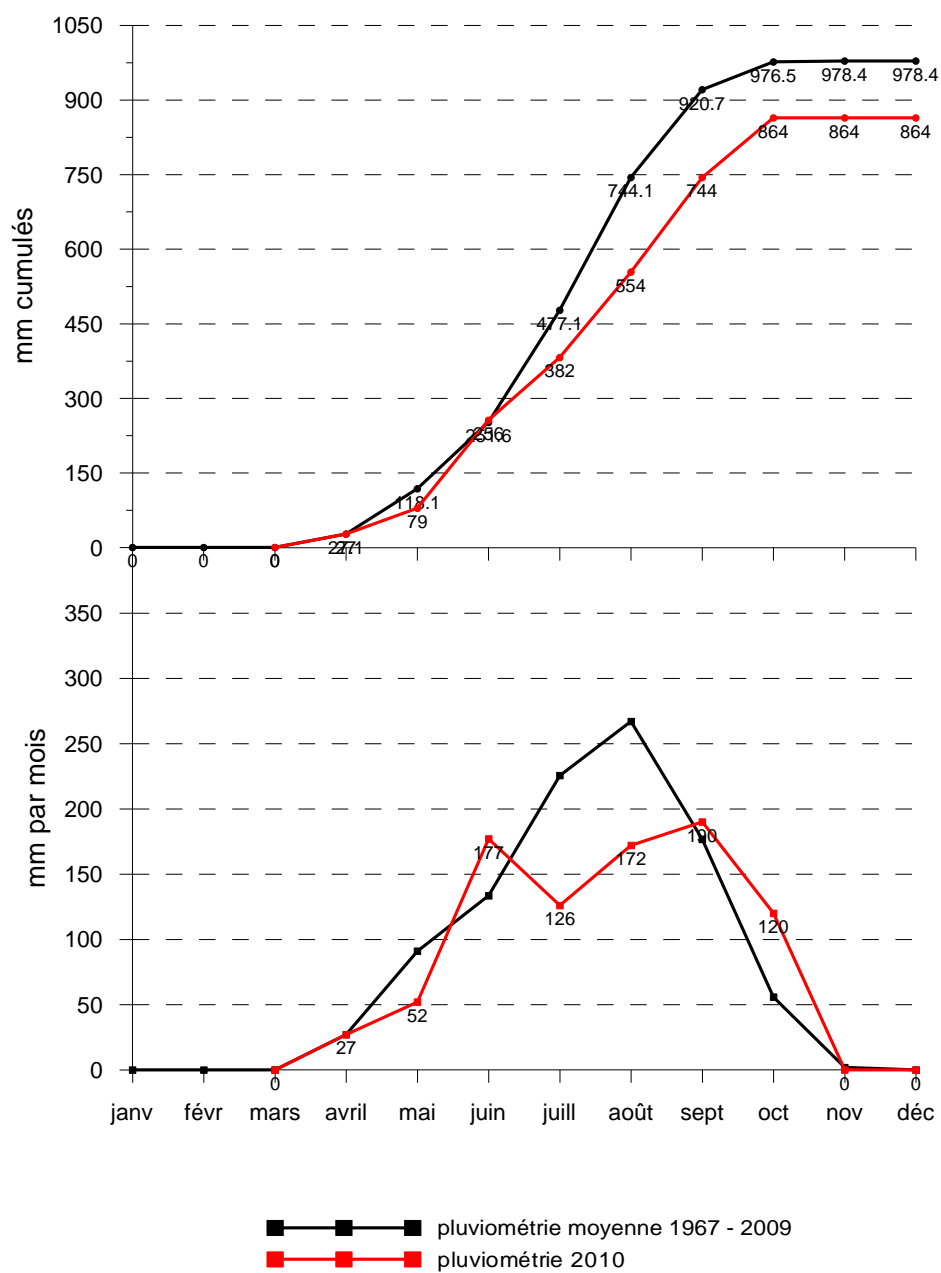


Figure 2 : pluviométrie relevée sur le site de Soukoundou en 2010 : moyenne mensuelle et cumulée

La pluviométrie de l'année a été nettement moindre par rapport à la normale et surtout un déficit important a été enregistré de mi-juillet à mi-août.

2.3 Pluviométrie 2010 à Garoua - Sanguéré

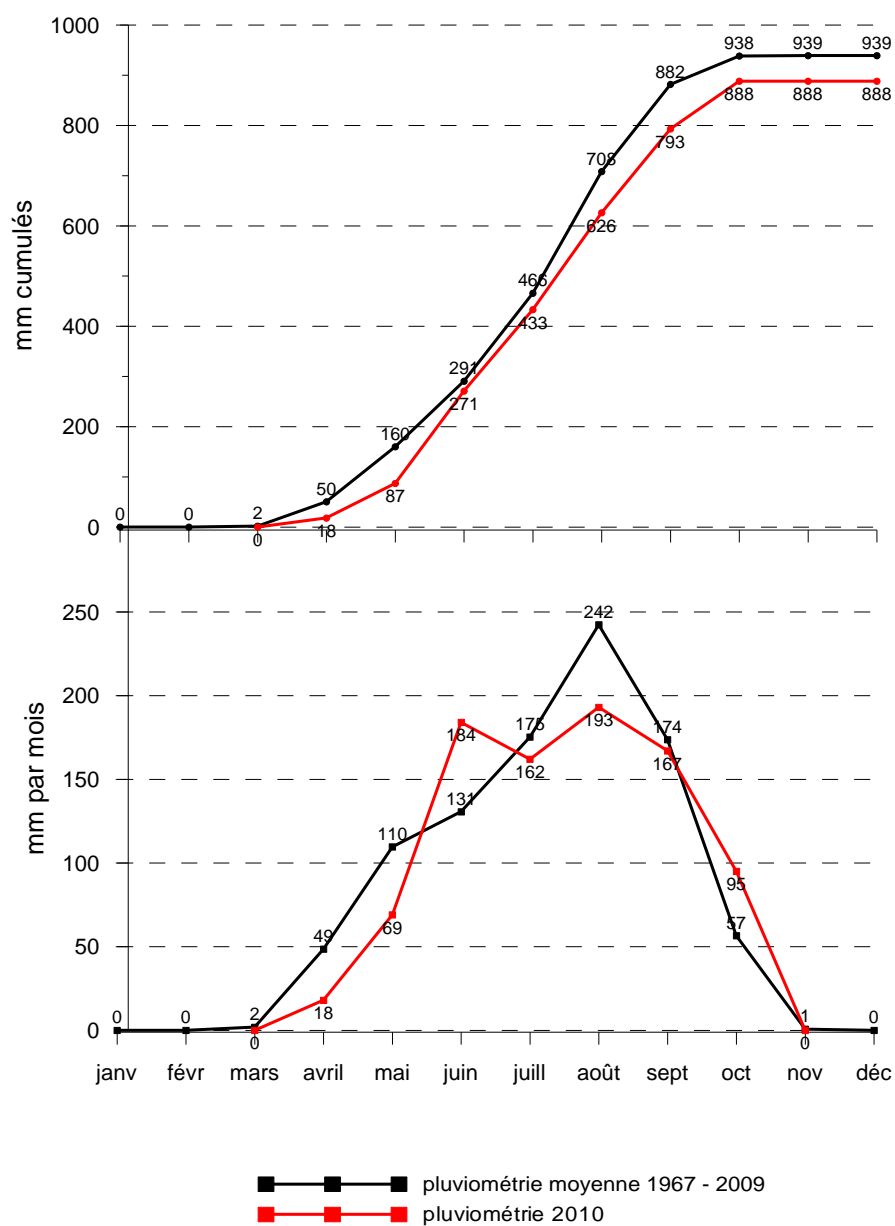


Figure 3 : pluviométrie relevée sur le site de Garoua-Sanguéré en 2010 : moyenne mensuelle et cumulée

La pluviométrie de Sanguéré de l'année 2010 a été moindre que la moyenne enregistrée depuis des années (888 au lieu des 939 mm annuels). Un déficit a été noté en début de campagne avec un retard marqué en avril et mai, à remarquer également un déficit aux mois de juillet et d'août où la pluviosité est restée constamment inférieure à la moyenne. Surtout une quasi rupture a eu lieu entre le 23 juillet et le 16 août avec 18 mm seulement en 5 pluies.

2.4 Pluviométrie 2010 sur le site de Tcholliré

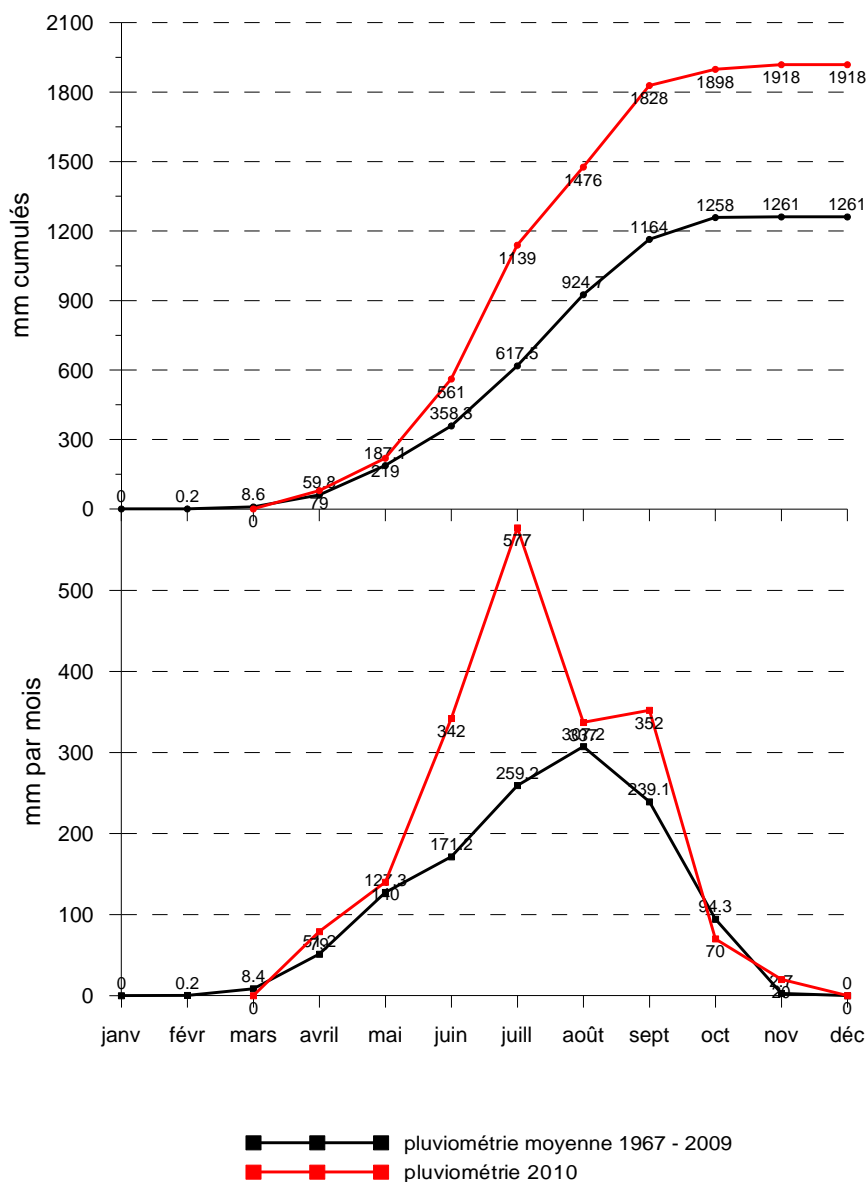


Figure 4 : pluviométrie relevée sur le site de Tcholliré en 2010 : moyenne mensuelle et cumulée

La pluviométrie 2010 de Tcholliré a été particulièrement exceptionnelle avec un excédent de 657 mm par rapport à la moyenne annuelle de 1261 mm. La pluviométrie a été excédentaire tout au long de la saison, d'avril à octobre, avec cependant un pic très exceptionnel en juillet (577 mm au lieu de 259 mm), et un mois de septembre également très arrosé.

2.5 Pluviométrie 2010 à Touboro

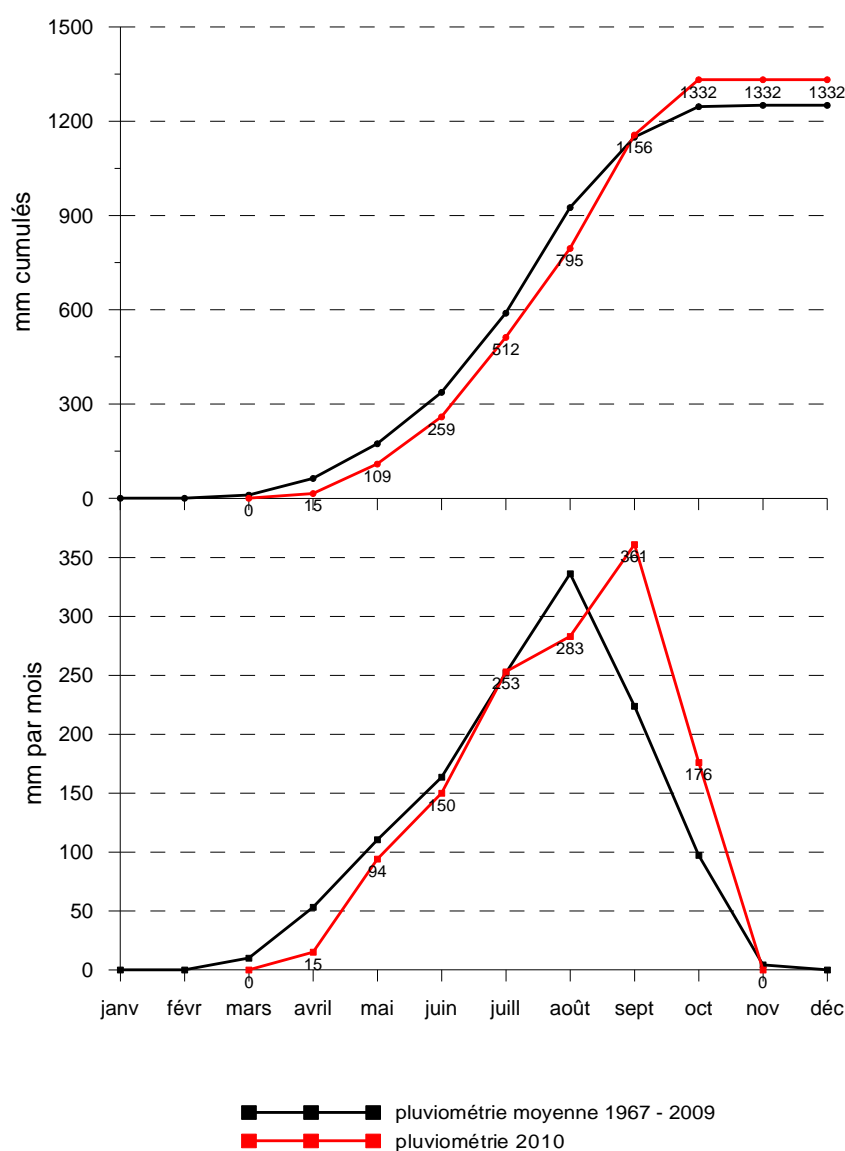


Figure 5: pluviométrie relevée sur le site de Touboro en 2010: moyenne mensuelle et cumulée

La pluviométrie à Touboro a été plus conforme à la normalité avec un léger excédent d'une centaine de mm par rapport à la moyenne annuelle (1332 mm et 1250 mm). On note cependant un retard de mise en route de la saison pluvieuse, mais le profil rejoint rapidement la moyenne annuelle pour terminer avec un léger excédent en fin de campagne.

3 Le statut variétal soja

3.1 Rappel de la situation en 2009

Depuis le début du programme de criblage variétal (2006), il a été identifié et proposé au développement une palette de 5 variétés pour couvrir la zone cotonnière.

- Deux variétés à cycle court (105 jours) : Houla 1 et SJ 235 prévues pour la zone de Maroua à Soukoundou ; ces variétés ont un potentiel de production de 2.5 tonnes/ha, mais présentent l'inconvénient d'être relativement déhiscents, elles sont à remplacer rapidement. Ce sont des variétés qui ont été collectées dans cette région (introduites par les anciens projets soja de la zone de Mokolo) et sont donc rustiques et bien adaptées.
- Trois variétés à cycle intermédiaire (120 jours) qui peuvent atteindre un potentiel de production de 3.5 tonnes/ha. Ce matériel est proposé pour la zone de Garoua à Touboro : TGX 1910 14 F (région de Mayo Galké), TGX 1448 2 E (région de Touboro), TGX 1844 18 E (région de Garoua). Ce matériel végétal présente également une très bonne aptitude à noduler (nombreuses nodosités et feuillage bien vert) et une excellente résistance à la déhiscence des gousses après maturation.

L'objectif de cette campagne vise à :

- Elargir la palette des variétés à cycle court pour la région nord (remplacer Houla 1 et SJ 235) ;
- Confirmer les trois variétés TGX retenues l'année passée et, identifier de nouvelles variétés plus performantes ;
- Identifier du matériel à cycle plus long (140 jours) pour la région de Touboro ;
- De porter une attention particulière à la déhiscence des gousses qui permet d'étaler la période de récolte et réduire les risques de perte de grains.

Programme de la campagne : quatre essais variétaux, situés à Kodeck, Soukoundou, Garoua, et Touboro.

Les variétés témoins sont celles en cours de diffusion (citées plus haut) ; elles sont comparées aux introductions récentes de TGX de l'IITA du Nigéria ainsi que les variétés fournies par ESA (*emgopa*, *goiania*, etc...). Le protocole expérimental a été adapté selon la longueur de cycle du matériel végétal, en installant de préférence les cycles courts au nord et les cycles plus longs vers le sud.

Les essais situés à Touboro et Garoua ont bien fonctionné, ceux de Soukoundou et Kodeck ont connu quelques contraintes de disponibilité de semences (4 répétitions à Soukoundou) et de levée à Kodeck.

Les protocoles n'étant pas strictement identiques, il n'est pas possible de procéder par analyse statistique de type « multilocale » ; nous en resterons à l'analyse de variance conventionnelle par site.

Tous les essais sont conduits sur labour, avec une fertilisation de 200 NPK (6 10 30), semis à 400 000 graines/ha pour un objectif de 300 000 plantes/ha, semés avec un écartement de 0.50 m entre les lignes.

3.2 Essai variétal soja de Touboro

3.2.1 Protocole expérimental

L'essai est de type «*bloc de Fischer*» comportant 20 variétés et 6 répétitions. Le tableau suivant présente la liste des variétés mises en comparaison.

Tableau 1 : liste des variétés comparées à Touboro en 2010.

Variétés	Cycle (en jours)		Cycle (en jours)
Trt 1 = TGX 1910 14 F	120	Trt 11 = TGX 1987-3F	120
Trt 2 = TGX 1844 18 E	120	Trt 12 = TGX 1987-14F	120
Trt 3 = TGX 1448 2E	120	Trt 13 = TGX 1987-15F	120
Trt 4 = Araçu	89	Trt 14 = TGX 1987-18F	120
Trt 5 = Emgopa 314	91	Trt 15 =TGX 1987-35F	120
Trt 6 = Aruana	99	Trt 16 = TGX 1987-37F	120
Trt 7 = Goiania	95	Trt 17 = TGX 1987-38F	120
Trt 8 = Emgopa 316	93	Trt 18 = TGX 1987-40F	120
Trt 9 = Emgopa 301	95	Trt 19 = TGX 1986-2F	120
Trt 10 = TGX 1986-3F	120	Trt 20 = TGX 1019-2EB	120

Le semis est réalisé le 09 juillet 2010.

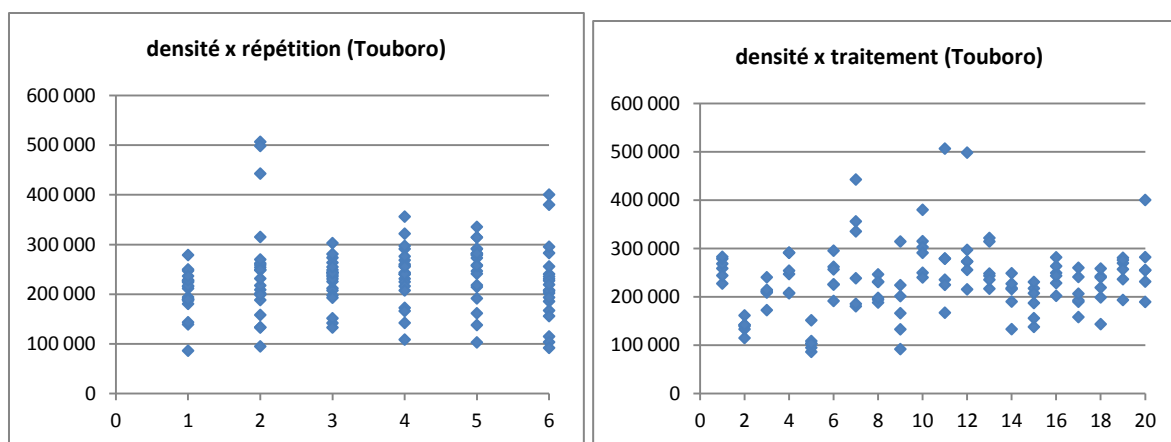
3.2.2 Résultats

Dans les essais suivants, l'interprétation des résultats débutera par une analyse succincte de la densité de plantes ; cette analyse permet de réaliser un premier diagnostic sur le déroulement de la mise en place de l'expérimentation. Une trop grande variation entre parcelles ou répétitions peut signifier des problèmes de qualité de semences, de difficultés de mise en place de l'essai ou de fortes contraintes en début de cycle. Ce diagnostic peut contribuer à enrichir l'interprétation globale des essais.

3.2.2.1 Densité de plantes

L'étude de la densité de plante permet de vérifier que l'on se situe bien au dessus de la densité limite de 150 000 plantes/ha et qu'il n'y ait pas de liaison directe entre la densité et le rendement.

Figure 6 : relation entre densité de plante/ha et rendement (Touboro)



La figure « densité x répétition » montre globalement une variation de densité correcte ; certaines répétitions montrent cependant quelques densités inférieures à 150 000 plantes (que l'on peut considérer comme la limite inférieure en deçà de laquelle le rendement peut être dépendant de la densité), mais elles ne sont pas nombreuses. On note également quatre situations au dessus de 400 000 plantes/ha ; cette valeur n'est pas gênante ; (il s'agit des parcelles du traitement 7, 11, 12 et 20) : toutes les autres valeurs sont conformes.

La densité de plante n'interfère pas avec la variable étudiée (variété).

3.2.2.2 Rendement en grains

Les résultats du rendement en grains (kg/ha, 12 % d'humidité) des 6 répétitions et 20 traitements sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : résultats de rendement (kg graines /ha, 12% d'humidité) des 6 répétitions

Variétés	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6	moy	Test Duncan 0.05
TGX 1987 37 F	848	532	817	673	735	1 476	847	D
TGX 1987 15 F	666	280	725	2 114	1 024	921	955	d
TGX 1987 18 F	1 015	415	963	1 008	1 126	1 309	973	d
TGX 1987 35 F	888	572	1 132	1 406	889	1 272	1 026	d
TGX 1987 3 F	1 378	1 381	1 415	1 368	1 323	1 399	1 377	cd
emgopa 314	1 143	1 439	1 997	2 174	1 460	1 510	1 620	bc
TGX 1987 38 F	1 689	1 615	1 469	1 569	1 763	1 707	1 636	bc
araçu	1 924	1 648	1 800	1 612	1 727	1 330	1 674	bc
TGX 1986 2 F	691	1 552	1 677	2 741	1 887	1 579	1 688	bc
TGX 1448 2 E	1 743	1 274	2 040	908	2 270	2 376	1 769	bc
TGX 1019 2 EB	1 535	1 892	1 874	1 587	1 806	2 136	1 805	bc
emgopa 301	1 727	1 931	1 129	2 498	2 314	1 698	1 883	abc
TGX 1987 14 F	1 715	1 745	2 088	1 951	1 749	2 253	1 917	abc
TGX 1986 3 F	1 430	1 533	2 192	2 418	2 259	2 712	2 091	ab
TGX 1987 40 F	1 619	2 245	2 081	2 382	1 875	2 559	2 127	ab
TGX 1844 18 E	2 193	1 594	2 302	2 698	1 830	2 384	2 167	ab
aruana	2 396	2 197	2 142	2 219	1 984	2 117	2 176	ab
emgpa 316	1 913	1 946	2 450	2 190	2 544	2 151	2 199	ab
goiania	2 366	1 968	2 455	2 318	2 436	2 133	2 279	ab
TGX 1910 14 F	2 317	2 629	2 393	2 677	2 494	2 459	2 495	a
Total général	1 560	1 519	1 757	1 926	1 775	1 874	1 735	

CV = 19.2%

Les variétés témoins sont identifiées en rouge dans le tableau.

La moyenne de chaque répétition (1560, 1519, etc.) est relativement constante, ce qui signifie que l'expérimentation ne présente pas d'hétérogénéité particulière entre répétitions (sol en particulier).

L'analyse de variance montre un CV de 19%, ce qui est très correct pour une expérimentation en plein champ ; les différences entre traitements sont significatives à 0.05 (lettres dans la dernière colonne).

Le groupe supérieur des meilleurs rendements (> 2000 kg/ha) contient 7 variétés :

- deux témoins de référence : *TGX 1910 14 F* et *TGX 1844 18 F*;
- cinq variétés nouvelles : *TGX 1986 3 F*, *TGX 1987 40 F*, *aruana*, *emgopa 316* et *goiania* ; cependant, les variétés *aruana*, *emgopa 316* et *goiania* ont un cycle trop court pour cette région (entre 100 et 120 jours); elles seront plus adaptées aux régions moins pluvieuses du nord.

Le second groupe (entre 1500 et 2000 kg/ha) concerne les variétés : *emgopa 314*, *TGX 1987 38 F*, *araçu*, *TGX 1986 2 F*, un témoin de référence *TGX 1448 2 F*, *TGX 1019 2 EB*, *emgopa 301*, et *TGX 1987 14 F*.

Le dernier groupe < 1500 kg/ha concerne 5 variétés qui présentent des productions trop faibles pour être retenues dans les expérimentations futures.

3.3 Essai variétal soja de Sanguéré

3.3.1 Protocole expérimental

L'essai variétal de Sanguéré comporte 20 variétés et 6 répétitions. La liste des variétés est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 3 : liste des variétés de soja mises en comparaison

Variétés	Cycle (en jours)	variétés	Cycle (en jours)
Trt 1 = Houla 1	105	Trt 11 = Araçu	89
Trt 2 = SJ 235	105	Trt 12 =TGX 1985-2F	120
Trt 3 = TGX 1910 14 F	120	Trt 13 = TGX 1985-3F	120
Trt 4 = TGX 1844 18 E	120	Trt 14 = TGX 1985-4F	120
Trt 5 = TGX 1448 2E	120	Trt 15 =TGX 1985-8F	120
Trt 6 = Aruana	99	Trt 16 = TGX 1985-10F	120
Trt 7 = Goiania	95	Trt 17 = TGX 1987-11F	120
Trt 8 = Emgopa 316	92	Trt 18 = TGX 1985-12F	120
Trt 9 = Emgopa 301	93	Trt 19 = TGX 1986-1F	120
Trt 10 = Emgopa 314	91	Trt 20 =TGX 1986-2F	120

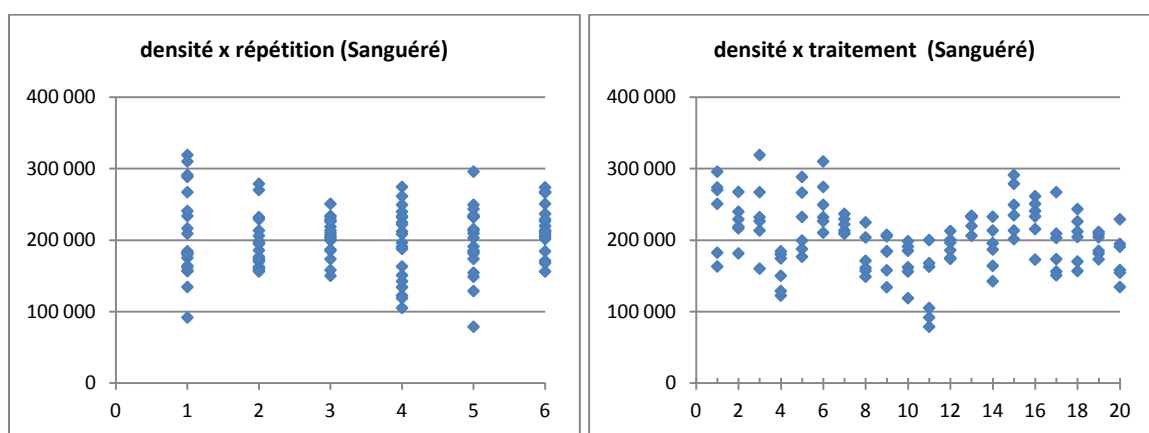
Le semis a été réalisé le 28 juin 2010. Les témoins de référence sont Houla 1, SJ 235, TGX 1910 14 F, TGX 1844 18 E, TGX 1448 2^E.

3.3.2 Résultats

3.3.2.1 Analyse de la densité de plantes

La figure suivante représente la relation entre la densité de plantes et le rendement.

Figure 7 : analyse de la densité de plantes (Sanguéré)



L'analyse de la figure « densité x rep » ne fournit pas de variation préoccupante de la densité de plantes (entre 150 000 et 300 000) et la répartition par traitement n'exprime pas d'irrégularité manifeste entre traitement mis à part le traitement 11 qui semble avoir une densité insuffisante.

On ne note pas d'hétérogénéité notable de la densité de plante de cet essai. Cette variable n'interférera pas avec le comparatif variétal.

3.3.2.2 Rendement en grains

Les résultats de rendement en grains sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau 4 : résultats de rendement en grains (kg/ha 12% d'humidité)

Variétés	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6	moy	Test Duncan 0.05
TGX 1986 2 F	1 019	2 430	839	1 220	1 148	1 734	1 399	F
TGX 1986 1 F	1 849	1 272	1 580	1 516	990	1 918	1 521	Ef
Araçu	2 172	1 826	2 743	1 064	1 185	1 326	1 719	Def
emgopa 314	2 639	1 887	1 877	1 123	1 857	2 254	1 940	Cdef
emgopa 301	2 328	2 318	2 210	1 716	1 420	2 183	2 029	Bcdef
Houla1	2 485	2 505	2 544	616	2 286	2 100	2 089	Bcdef
Aruana	2 065	2 790	1 483	2 206	2 244	2 525	2 219	Abcde
emgopa 316	2 168	2 764	2 188	2 580	1 679	2 203	2 264	Abcd

Goiania	2 578	2 428	1 949	2 256	2 280	2 391	2 314	Abcd
SJ 235	2 699	2 635	2 030	2 038	1 788	2 912	2 350	Abcd
TGX 1985 4 F	2 605	2 943	2 137	1 499	2 693	2 492	2 395	Abcd
TGX 1844 18 E	2 648	2 262	2 300	1 796	2 433	3 090	2 421	Abcd
TGX 1985 12 F	2 698	2 070	2 550	2 595	3 028	1 675	2 436	Abcd
TGX 1985 2 F	3 110	2 436	2 259	2 529	2 346	2 111	2 465	Abcd
TGX 1910 14 F	2 919	2 081	3 073	2 293	2 388	2 589	2 557	Abc
TGX 1987 11 F	2 443	3 185	1 863	2 661	3 112	2 573	2 639	Abc
TGX 1985 10 F	2 907	2 859	2 780	2 262	2 914	2 639	2 727	Abc
TGX 1985 8 F	2 928	3 104	2 909	3 017	2 229	2 810	2 833	Ab
TGX 1448 2 E	2 793	2 770	2 560	2 652	3 252	3 123	2 858	Ab
TGX 1985 3 F	2 521	3 453	2 923	2 645	3 285	2 834	2 943	A
moyenne	2 479	2 501	2 240	2 014	2 228	2 374	2 306	

CV% = 16.7,

La moyenne par répétition (2479, 2501, 2204, etc.) montre une bonne homogénéité expérimentale; le rendement moyen de l'essai se situe à 2306 kg/ha, ce qui révèle un niveau élevé de production de cette expérimentation.

Nous ne notons que 4 variétés en dessous de 2 000 kg/ha de production : emgopa 314, arazu, TGX 1986 1 F et TGX 1986 2 F.

Onze variétés ont un rendement compris entre 2000 et 2500 kg/ha, dont 3 de nos références (Houla 1, SJ 235 et TGX 1844 18 E.

Parmi les meilleures (rdt > 2500 kg/ha), deux variétés de référence (TGX 1448 2 E et TGX 1910 14 F) accompagnées de quatre variétés TGX de l'ITAA : TGX 1985 3 F, TGX 1985 8 F, TGX 1985 10 F et TGX 1987 11 F.

Statistiquement, le groupe le plus faible (< 2000 kg/ha) est significativement différent du groupe de tête (> 2500 kg/ha). Les limites statistiques entre les autres groupes sont moins lisibles.

Les dates de récolte ont été suivies avec plus de précision à Sanguéré, avec cependant un retard de récolte noté sur les variétés de cycle intermédiaire comme Houla1 et SJ 235. Ces dates correspondent probablement aux dates réelles de récolte et non les dates théoriques de récolte qui sont normalement les références que l'on relève ; la surcharge de travail en cette période explique aisément cette imprécision. La référence pour les variétés Houla 1 et SJ 235 étant de 105 jours, il faudra réajuster le cycle en soustrayant quelques jours aux variétés d'origine brésilienne ainsi qu'à TGX 1987 11 F. Par contre les variétés plus tardives semblent correspondre.

Tableau 5 : cycle des différentes variétés

variété	Cycle en jours	Référence 2009
Aruana	106	
Emgopa 314	106	
Emgopa 301	112	
Emgopa 316	114	

Goiania	116	
TGX 1987 11 F	118	
Araçu	120	
Houla 1	122	105
SJ 235	124	105
TGX 1844 18 E	126	120
TGX 1985 2 F	126	
TGX 1910 14 F	128	120
TGX 1448 2 E	128	120
TGX 1985 3 F	128	
TGX 1985 4 F	128	
TGX 1985 8 F	128	
TGX 1985 10 F	128	
TGX 1985 12 F	128	
TGX 1985 1 F	128	
TGX 1986 1 F	128	
TGX 1986 2 F	128	

Aruana et Emgopa 314 semblent nettement plus courtes en cycle que les autres variétés. Ces dernières semblent parfaitement adaptées aux zones nord (Maroua).

3.4 Essai variétal soja de Soukoundou

3.4.1 Protocole expérimental

Compte tenu de disponibilité en semences, l'essai ne comporte que 4 répétitions et 15 variétés. Certains cycles longs ont été écartés pour s'adapter aux conditions climatiques de la région. La liste du matériel végétal est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 6 : liste des variétés de soja mises en comparaison à Soukoundou

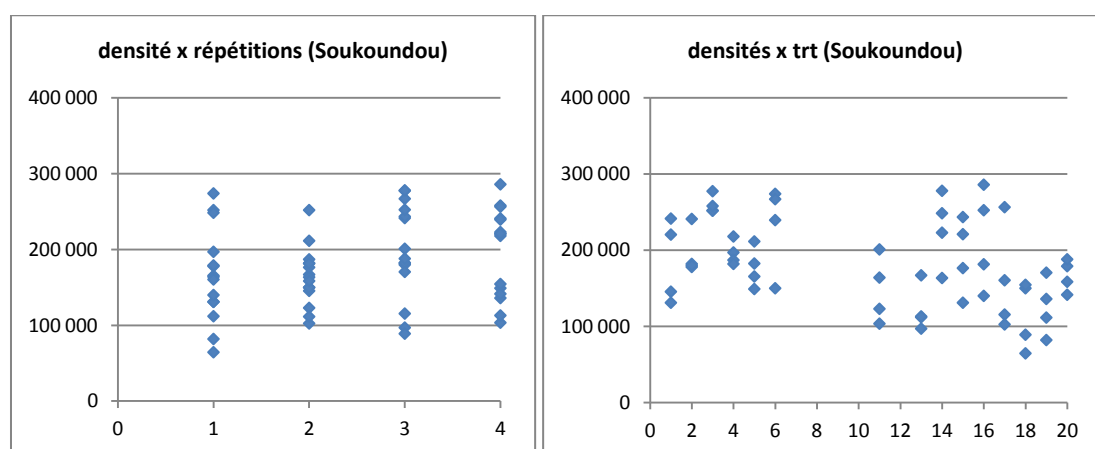
Variétés	Cycle (en jours)	Variétés	Cycle (en jours)
Trt 1 = Houla 1	105	Trt 11 = Araçu	89
Trt 2 = SJ 235	105	Trt 12 =	
Trt 3 = TGX 1910 14 F	120	Trt 13 = TGX 1987- 32F	105
Trt 4 = TGX 1844 18 E	120	Trt 14 = TGX 1987- 34F	105
Trt 5 = TGX 1448 2E	120	Trt 15 =TGX 1987- 62F	105
Trt 6 = Emgopa 314	91	Trt 16 = TGX 1987-64F	105
Trt 7 =		Trt 17 = TGX 1987-65F	105
Trt 8 =		Trt 18 = TGX 1740-2F	105
Trt 9 =		Trt 19 = TGX 1019-2EN	105
Trt 10 =		Trt 20 = TGX 1485-1D	105

Les témoins de référence sont les cycles courts Houla 1, SJ 235, et les cycles plus longs (120 jours) comme TGX 1910 14 F, TGX 1844 18 E, TGX 1448 2E, TGX 1485-1D

3.4.2 Résultats de Soukoundou

3.4.2.1 Analyse des densités de plantes

Figure 8 : analyse de la densité de plantes et rendement (Soukoundou)



La première figure (densité x répétitions) montre une large variation de densité de plantes, allant de 100 000 à 300 000 plantes/ha. Mais cette variation est bien répartie sur l'ensemble des répétitions,

ainsi que sur les traitements (figure densité x trt). Quelques cas sont en dessous de 100 000 plantes (traitements 18 et 19).

Cela montre que la conduite expérimentale de cet essai a été un peu plus fastidieuse. En cas de nécessité, on pourra tenir compte de cet incident expérimental dans l'interprétation des données.

3.4.2.2 Analyse des résultats de rendement en graines

Tableau 7 : rendement des différentes variétés

Variétés	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Moy/ trt	Test de Duncan 0.05
TGX 1987 32 F	1 363	376	931	1 128	950	e
TGX 1987 64 F	685	1 346	995	1 337	1 091	de
TGX 1740 2 F	558	1 914	1 333	1 247	1 263	cde
TGX 1987 65 F	1 573	1 117	1 187	1 646	1 381	bcde
TGX 1987 62 F	1 814	759	1 877	1 145	1 399	bcde
Araçu	2 116	1 715	1 325	1 196	1 588	bcde
TGX 1987 34 F	1 976	1 571	2 118	996	1 666	abcde
SJ 235	2 191	2 329	1 329	1 240	1 772	abcde
TGX 1019 2 EN	1 825	2 096	2 014	1 635	1 892	abcde
TGX 1448 2 E	1 922	2 797	1 798	1 692	2 052	abcd
Houla1	2 065	2 396	1 876	1 910	2 062	abcd
TGX 1910 14 F	2 947	2 661	1 826	1 063	2 125	abcd
emgopa 314	2 615	1 880	2 410	2 302	2 302	abc
TGX 1485 1 D	2 721	2 209	2 762	2 020	2 428	ab
TGX 1844 18 E	2 678	2 799	2 224	2 912	2 653	a
Moy / rep	1 937	1 864	1 734	1 565	1 775	

CV% = 24.7

La moyenne de l'expérimentation est de 1775 kg/ha, ce qui situe le niveau expérimental dans la moyenne des autres essais. La moyenne des répétitions est quelque peu hétérogène (variation de 1565 à 1937). Mais il n'y a pas de répétition nettement distincte des autres. On note cependant quelques parcelles particulièrement affectées : TGX 1448 2E - rep2 = 376 kg/ha ; TGX 1740 2 F - rep 1 = 558 ; TGX 1987 34 F – rep4 = 996 ;

On peut distinguer un groupe des meilleures productions (> 2000 kg/ha) de 6 variétés, parmi lesquelles on retrouve quatre variétés de référence (*Houla 1*, *TGX 1485 1 D*, *TGX 1448 2 E*.et *TGX 1844 18 E*) ; dans ce même groupe, on note également *emgopa 314*.

Le groupe inférieur (1500 à 2000 kg/ha), est constitué de quatre variétés dont un témoin de référence (*SJ 235*) et les nouvelles introductions *TGX 1019 2 EN*, *TGX 1987 34 F* et *araçu*.

Enfin, dans le groupe de faible production, on retrouve cinq TGX dont la production varie de 1399 à 950 kg/ha

3.5 Essai variétal soja de Kodeck

L'essai de Kodeck comporte 4 répétitions et 16 variétés ; les témoins de références sont Houla 1 et SJ 235,ci-dessous la liste de ces variétés.

Tableau 8 : liste des variétés de soja mises en comparaison à Kodeck

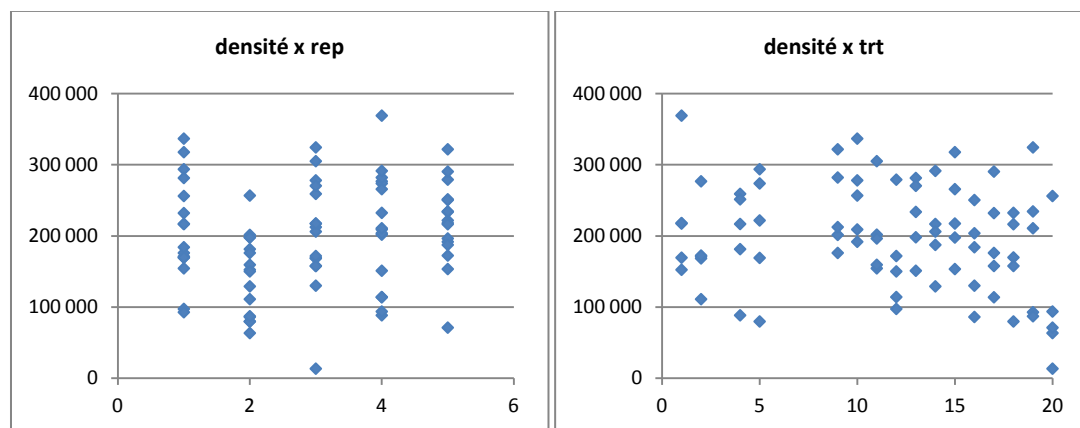
Variétés	Cycle (en jours)	Variétés	Cycle (en jours)
Trt 1 = Houla 1	105	Trt 11 = TGX 1984-9F	105
Trt 2 = SJ 235	105	Trt 12 = TGX 1987-10F	105
Trt 3 = Aruana	100	Trt 13 = TGX 1987-11F	105
Trt 4 = Goiania	95	Trt 14 = TGX 1987-17F	105
Trt 5 = Emgopa 316	92	Trt 15 =TGX 1987-18F	105
Trt 6 = Emgopa 301	93	Trt 16 = TGX 1987-20F	105
Trt 7 = Emgopa 314	91	Trt 17 = TGX 1987-23F	105
Trt 8 = Araçu	90	Trt 18 = TGX 1987-25F	105
Trt 9 = TGX 1987-6F	105	Trt 19 = TGX 1987-28F	105
Trt 10 = TGX 1987-8F	105	Trt 20 = TGX 1987-31F	105

3.5.1 Résultats de Kodeck

3.5.1.1 Etude de la densité de plantes

Les figures suivantes représentent les densités de culture en fonction des traitements et répétitions.

Figure 9 : représentation de la densité en fonction des traitements et répétitions



On note une disparité très large de densité de culture sur la figure « densité x répétitions. On constate une variation de 100 000 à 350 000 plantes/ha, quelle que soit la répétition. On note également quelques situations inférieures à 100 000 plantes.

La figure « densité x traitement » indique comme information complémentaire que toutes les variétés sont concernées ; cette expérimentation a manifestement supporté de fortes contraintes lors de son installation. Mais comme ces variations sont homogènement réparties, on peut continuer

l'interprétation des données, sachant cependant que le matériel végétal n'a pas pu s'exprimer à son potentiel. L'interprétation des données doit donc être prise avec discernement.

3.5.1.2 Production de graines

Les données sont listées dans le tableau suivant :

Tableau 9 : résultats de rendement de l'essai variétal Kodeck

Variétés	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	moy par trt	Test de duncan 0.05
TGX 1987-31F	676	1 020	403	907	437	688	F
TGX 1987-T11F	799	782	912	607	938	808	Ef
TGX 1987-28F	1 068	279	1 432	1 189	1 064	1 006	Def
TGX 1987-17F	946	1 013	1 209	1 149	741	1 012	Def
TGX 1984-9F	828	793	1 649	950	960	1 036	Def
TGX 1987-25F	943	1 132	921	1 106	1 152	1 051	Def
TGX 1987-23F	873	1 679	1 141	993	1 172	1 172	Def
TGX 1987-10F	965	1 613	1 192	1 168	964	1 180	Cdef
TGX 1987-18F	869	1 217	1 522	1 619	864	1 218	Cdef
TGX 1987-8F	1 393	1 017	1 876	1 494	906	1 337	Bcde
TGX 1987-20F	1 220	1 222	1 588	1 343	1 357	1 346	Bcde
TGX 1987-6F	1 392	1 304	1 158	1 841	1 554	1 450	Abcd
Emgopa 316	1 729	597	1 953	1 553	1 605	1 488	Abc
SJ 235	1 268	1 091	2 037	2 325	1 244	1 593	Abc
Houla1	1 478	1 397	2 122	2 198	1 498	1 739	Ab
Goiania	2 434	1 407	2 396	1 604	1 561	1 880	a
moy par rep	1 180	1 098	1 470	1 378	1 126	1 250	

CV% =20.6

Le rendement moyen de l'essai est de 1250 kg/ha, ce qui souligne le faible niveau de production de cet essai. Le traitement le plus faible a atteint en moyenne 688 kg/ha de grains (TGX 1987 31 F) et le rendement moyen le plus élevé est 1880 kg/ha (*goiania*) qui est proche de la production de *Houla 1* (1739) et de *SJ 235* (1593). Tous les autres rendements sont inférieurs à 1500 kg/ha.

Statistiquement, les plus hauts rendements (*goiania*, *Houla 1*, *SJ 235*, *emgopa 316* et *TGX 1987 6 F*) sont significativement supérieurs aux variétés en fin de liste.

Mais compte tenu de l'hétérogénéité de la densité de plantes, cette expérimentation sera à reprendre lors de la prochaine campagne

3.6 Etude de la déhiscence des gousses

Le choix variétal est complété par l'étude de la déhiscence des gousses, qui est un paramètre incontournable pour faciliter l'organisation du travail des producteurs (élargir la période de récolte) et éviter les pertes de grains au sol.

Rappel 2009 : les premières mesures réalisées en 2009 montrent une grande diversité de comportement d'une variété à l'autre. Trois catégories ont pu être identifiées :

- *Les variétés sensibles à la déhiscence : les gousses de ces variétés éclatent rapidement dès la période de récolte commencée ; pour la variété CD983185 par exemple, 80% des gousses sont éclatées dès le vingtième jour après la date de récolte.*

- D'autres variétés présentent un taux d'ouverture des gousses de 50% un mois après la récolte (Houla 1 et SJ 235).
- Enfin, le matériel résistant à la déhiscence ne présente que 10% de gousses éclatées vers le quarantième jour après la date théorique de récolte (TGX 1448 2E, TGX 1844 18E, et TGX 1910 14F)

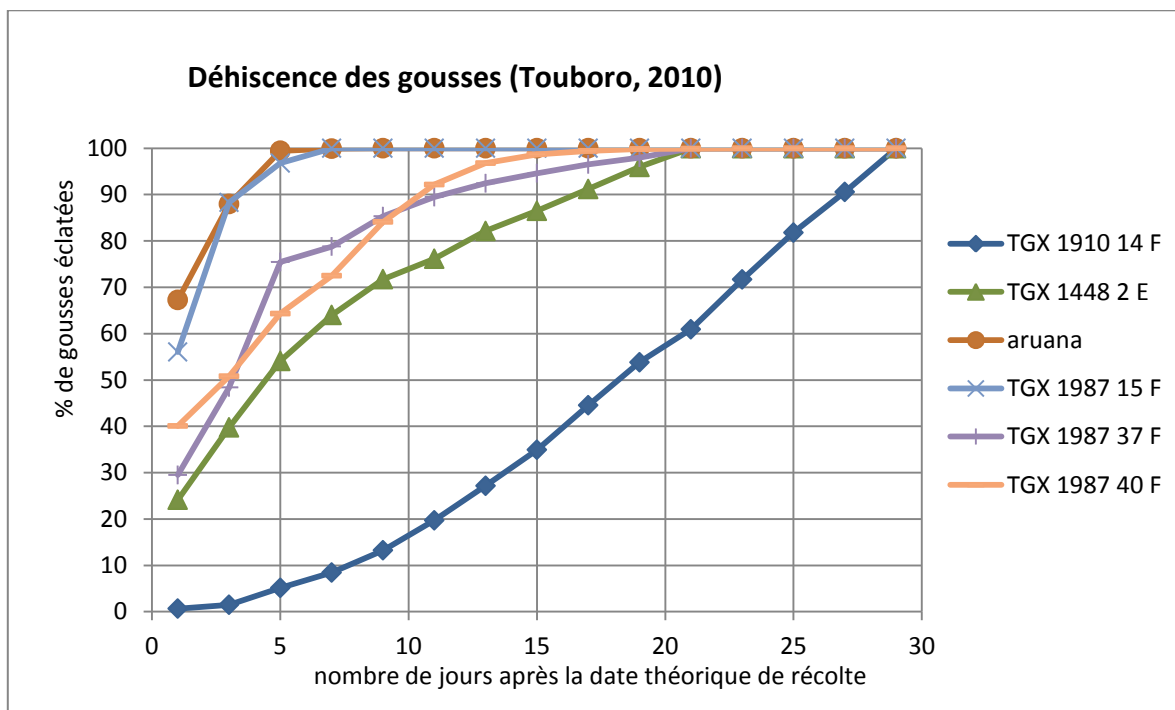
Le dispositif de mesure a été étendu cette année à tout le matériel végétal mis en test comparatif dans l'essai variétal de Touboro.

3.6.1 Protocole expérimental

Les mesures sont réalisées sur 60 plantes par variété et sur une seule répétition. On réserve à cet effet toute une ligne de bordure; les plantes sont choisies contigües sur la ligne et sur cet échantillon, on compte le nombre de gousses par plante à la maturité de récolte ; puis on compte régulièrement tous les trois jours le nombre de gousses éclatées, et cela sur une période de deux mois après la date théorique de récolte. Pour des raisons de difficultés d'organisation du chantier de travail, cette opération a débuté avec quelques jours de retard par rapport à la date théorique de récolte. Il faut donc rajouter une correction d'environ 7 jours au démarrage à la durée de l'opération.

Pour faciliter l'interprétation, les résultats sont présentés en trois figures représentant les variétés sensibles à la déhiscence, celles moins sensibles et enfin celles qui présentent une excellente résistance à la déhiscence. L'abscisse représente le nombre de jours après la date théorique de récolte (qu'il faudrait majorer d'une semaine environ ; cf remarque précédente) ; l'ordonnée exprime le pourcentage de gousses éclatées (valeurs cumulées) selon la date de mesure.

Figure 10 : les variétés sensibles à la déhiscence des gousses

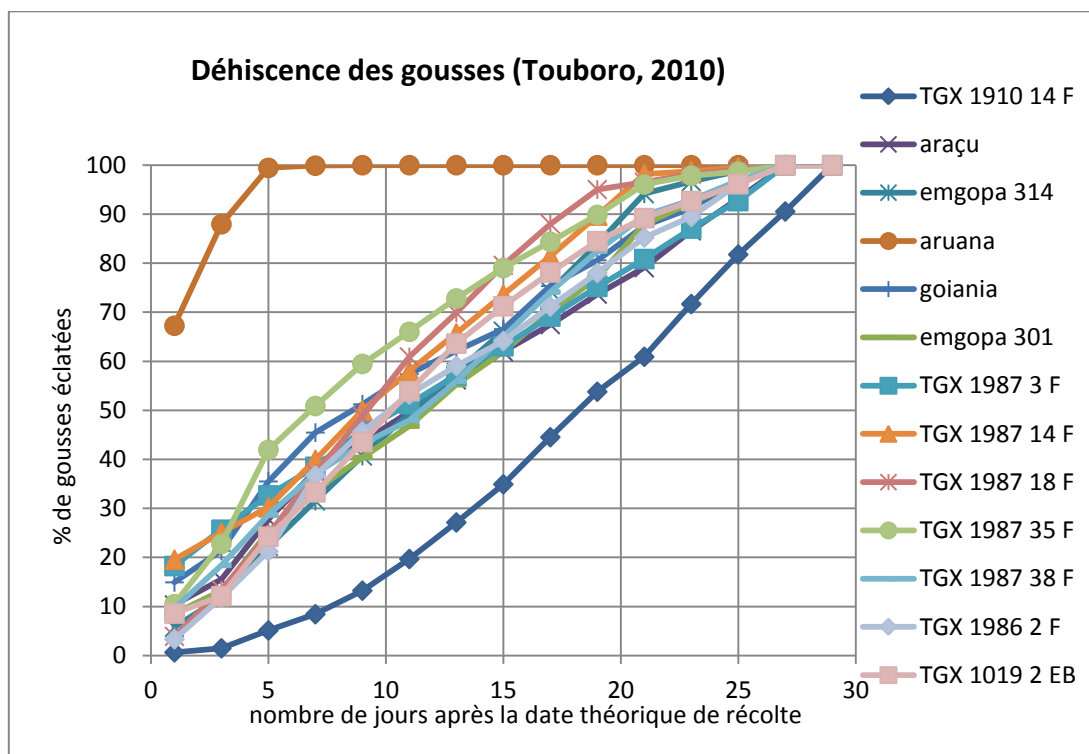


La courbe supérieure (points ronds) représente l'évolution la plus négative (variété la plus sensible à la déhiscence, *aruana*), et la courbe inférieure représente le comportement de la variété la plus

résistante (TGX 1910 14 F) à la déhiscence. Cette dernière variété confirme son bon comportement de l'année passée.

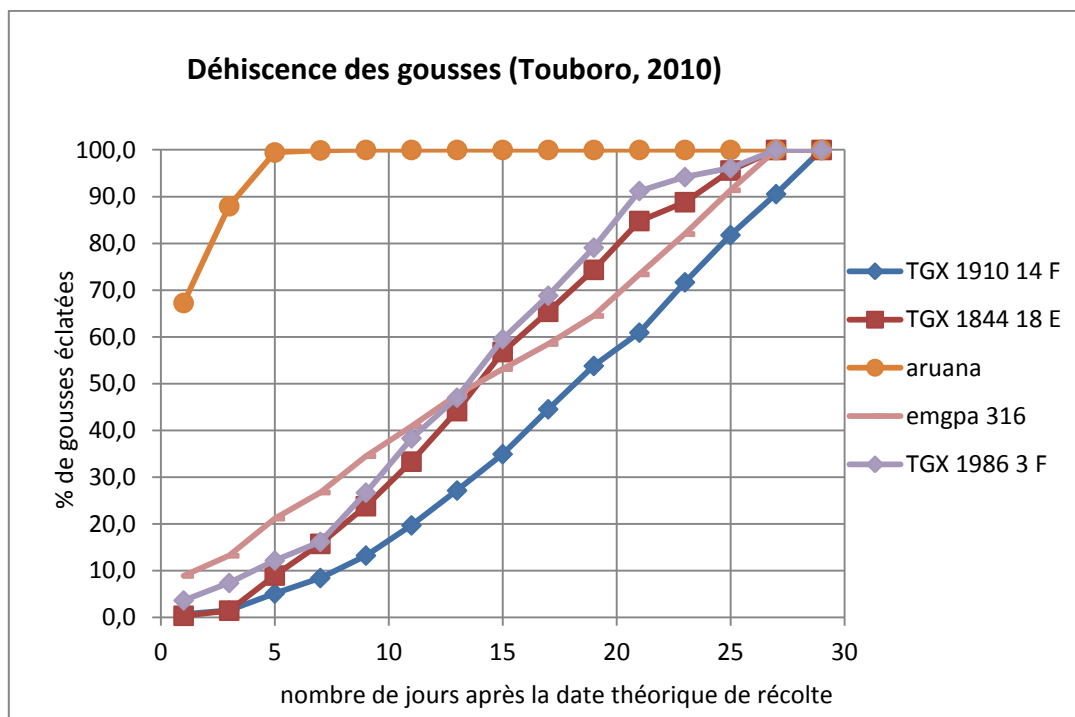
Les cinq courbes supérieures, *aruana*, TGX 1987 15 F, TGX 1448 2 E, TGX 197 37 F, TGX 1987 40 F sont les variétés les plus sensibles à la déhiscence des gousses. Malgré le bon rendement répétitif de certaines (TGX 1448 2 E) elles sont à écarter à cause de cette sensibilité.

Figure 11 : variétés à déhiscence intermédiaire



Les courbes intermédiaires (faisceau de 11 variétés) sont celles des variétés qui marquent une certaine tolérance. Elles ne sont à retenir que si elles présentent des potentialités élevées de rendement.

Figure 12 : variétés présentant une résistance à la déhiscence des gousses



Le groupe des variétés représenté par les courbes inférieures (*TGX 1844 18 E*, *emgpa 316* et *TGX 1986 3 F*) ainsi que la variété de référence *TGX 1910 14 F*, sont les variétés qui présentent une bonne résistance à la déhiscence des gousses. Ce groupe doit retenir notre attention si les performances de production sont satisfaisantes.

3.7 Récapitulatif variétal

Pour faciliter la compréhension de l'ensemble de ces essais variétaux, les données de rendement et de déhiscence ont été sélectionnées dans les trois tableaux suivants différenciés sur la durée du cycle :

- des cycles très courts adaptés pour les régions Maroua et nord-Maroua (moins de 100 jours)
- des cycles de 100 à 110 jours, ajustés pour les zones sud-Maroua à Nord Garoua
- des cycles plus longs de 120 jours, pour les zones sud-Garoua et à Touboro (pour l'instant, nous ne disposons pas de cycle de 135 jours qui serait plus adapté pour la région de Touboro)

Les variétés indiquées en caractère gras, correspondent aux variétés de référence qui sont les meilleures issues des tests des années précédentes et actuellement diffusées en milieu paysan. A l'intérieur de chaque tableau, les résultats sont classés selon le rendement obtenu sur les différents sites expérimentaux. L'aptitude à la déhiscence est notée selon une grille d'analyse simple : -1 (très déhiscent), 0 (moyennement déhiscent) et +1 (très bonne résistance à la déhiscence). Toutes les variétés n'ont pas encore été évaluées sur ce critère. Des propositions de choix sont mentionnées dans la dernière colonne.

Tableau 10 : synthèse des essais variétaux pour les cycles < 100 jours

Variétés	Rendement moyen par site en kg/ha				Cycle en jours	déhiscence	Variété retenue
	Kodeck	Soukoundou	Sangéré	Touboro			
araçu		1 588	1 719	1 674	89	0	
emgopa 314		2 302	1 940	1 620	91	0	
emgopa 316	1 488		2 264	2 199	92	1	XX
emgopa 301			2 029	1 883	93	0	XX
goiania	1 880		2 314	2 279	95	0	XX
aruana			2 219	2 176	99	-1	

Les variétés de cycles courts sont toutes d'origine brésilienne. Nous n'avons pas de variété référence dans cette gamme de cycle. Les meilleures productions (ici, > 2000 kg/ha) sont obtenues par *aruana*, *goiania*, *emgopa 301* et *emgopa 316*. Cependant, *aruana* présente un inconvénient majeur qui est la forte sensibilité à la déhiscence (noté -1) ; par contre *emgopa 316* présente une bonne résistance à la déhiscence. Nous proposons en conséquence de retenir les trois variétés *emgopa 316*, *emgopa 301* et *goiania* pour confirmation de comportement lors de la prochaine campagne.

Tableau 11 : synthèse des essais variétés pour les cycles 100 à 110 jours

Variétés	Rendement moyen par site en Kg/ha				Cycle en jours	déhiscence	Variété retenue
	Kodeck	Soukoundou	Sangéré	Touboro			
TGX 1987 31 F	688				105		
TGX 1987 32 F		950			105		
TGX 1987 17 F	1 012				105		
TGX 1984 9 F	1 036				105		
TGX 1987 25 F	1 051				105		
TGX 1987 64 F		1 091			105		
TGX 1987 18 F	1 218			973	105	0	
TGX 1987 23 F	1 172				105		
TGX 1987 10 F	1 180				105		
TGX 1740 2 F		1 263			105		
TGX 1987 8 F	1 337				105		
TGX 1987 20 F	1 346				105		
TGX 1987 65 F		1 381			105		
TGX 1987 62 F		1 399			105		
TGX 1987 6 F	1 450				105		
TGX 1987 34 F		1 666			105		XX
TGX 1987 11 F	808		2 639		105		XX
TGX 1019 2 EN		1 892			105		XX
SI 235	1 593	1 772	2 350		105	0	XX
Houla1	1 739	2 062	2 089		105	0	XX
TGX 1485 1 D		2 428			105		XX
TGX 1985 8 F			2 833		105		XX

Les variétés de référence restent placées parmi les meilleures dans ce groupe de cycle. Malheureusement, on ne dispose pas de beaucoup de données sur la déhiscence. Les variétés SJ 235 et Houla 1 sont classées en déhiscence intermédiaire. Nous proposons de retenir les variétés périphériques à ces deux variétés en termes de rendement et de préciser le choix dans les expérimentations de 2011.

Tableau 12 : synthèse des essais variétaux pour le groupe des cycles = ou > 120 jours

Variétés	Rendement moyen par site en Kg/ha				Cycle en jours	déhiscence	Variété retenue
	Kodeck	Soukoundou	Sanguéré	Touboro			
TGX 1987 37 F				847	120	-1	
TGX 1987 15 F				955	120	-1	
TGX 1987 28 F	1 006				120		
TGX 1987 35 F				1 026	120	0	
TGX 1987 3 F				1 377	120	0	
TGX 1986 1 F			1 521		120		
TGX 1986 2 F			1 399	1 688	120	0	
TGX 1987 38 F				1 636	120	0	
TGX 1019 2 EB				1 805	120	0	
TGX 1987 14 F				1 917	120	0	
TGX 1986 3 F				2 091	120		
TGX 1987 40 F				2 127	120	-1	
TGX 1448 2 E		2 052	2 858	1 769	120	-1	
TGX 1910 14 F		2 125	2 557	2 495	120	1	XX
TGX 1985 4 F			2 395		120		XX
TGX 1844 18 E		2 653	2 421	2 167	120	1	XX
TGX 1985 12 F			2 436		120		XX
TGX 1985 2 F			2 465		120		XX
TGX 1985 10 F			2 727		120		XX
TGX 1985 3 F			2 943		120	1	XX

Dans le cas de cycles longs, plusieurs variétés sont de même niveau voire supérieures aux variétés de référence.

Une variété de référence (TGX 1448 2 E) serait à écarter à cause de sa trop grande sensibilité à la déhiscence. Par contre, on peut noter la variété TGX 1985 3 F qui présente le meilleur rendement et également une très bonne résistance à la déhiscence.

Les autres variétés TGX 1985 4 F, TGX 1985 12 F, TGX 1985 2 F, TGX 1985 10 F manifestent de bons rendements, mais n'ont pas encore été notées sur le caractère de déhiscence. Elles doivent être testées pour confirmation l'année prochaine.

4 Ajustement de la dose optimale d'engrais pour le soja

L'étude de la mise au point d'une dose d'engrais pour le soja peut s'analyser sous deux raisonnements différents :

- la première est de partir des données théoriques de consommation d'éléments minéraux selon le niveau de production souhaitée ; pour une production de soja de 2000 kg/ha par exemple, la demande minérale de cette culture est de 210 N + 20 P2O5 + 60 K2O ; les besoins azotés étant normalement couverts par la fixation symbiotique de N² du soja ; il est parfois ajouté une petite fertilisation azotée « starter » pour doper la culture au départ. Concernant le P2O5 et K2O, ils doivent être fournis par la fertilisation minérale ou un apport de fertilisation organique. Dans ce type de raisonnement, on prévoit plusieurs doses d'engrais binaire (P2O5 + K2O) en maintenant les proportions entre éléments minéraux.

L'inconvénient de ce raisonnement, c'est qu'il ne tient pas compte de l'organisation des réserves minérales du sol : si le sol est déficitaire en un seul élément (par exemple P2O5), c'est l'élément déficitaire (dans ce cas P2O5) qui déterminera la dose de fertilisant binaire à amener ; la dose préconisée sera donc excédentaire en K2O.

Par contre, cette démarche de raisonnement a l'avantage d'être plus simple expérimentalement, et réagit moins aux petites variations « locales » des stocks minéraux du sol.

- La seconde méthode expérimentale consiste à étudier une dose décroissante de chaque élément individuel, l'autre étant placée à son optimum (P2O5 et K2O pour le soja).

L'avantage de cette méthode est sa précision, car elle s'ajuste selon la réserve minérale réelle du sol : si localement, la réserve minérale du sol est plus riche en K2O, le soja va puiser dans cette réserve et la courbe de réponse de l'essai soustractif sera la résultante de la somme « réserve minérale + apport d'engrais ».

L'inconvénient de cette méthode est sa trop « grande sensibilité » : comme les réserves minérales du sol sont très fluctuantes d'un terrain expérimental à l'autre, on obtient en général une réponse spécifique par site, et la synthèse de ces réponses est souvent plus hasardeuse. Le second inconvénient est la lourdeur expérimentale : chaque élément est étudié individuellement ce qui implique un nombre plus élevé d'expérimentations.

Les deux démarches ont été conduites cette année.

4.1 Les essais « fertilisation » selon le niveau de production

Rappel des résultats 2009 :

- *La comparaison des trois formulations 0 ; 20-10-60 et 20-20-60, a montré l'effet très significatif (statistiquement) de la faible dose (20-10-30) par rapport à zéro engrais ; la formulation double (20-20-60) induit une augmentation, mais moindre. Mais il faut garder à l'esprit que le cotonnier, qui serait la culture de rotation possible avec le soja, est également un « consommateur » de potasse.*
- *L'azote starter sur un soja bien nodulé serait inutile ; cela confirme les résultats de 2008. Une formulation binaire (P-K) serait satisfaisante.*

- L'effet de la poudrette de parc ne semble pas cohérent d'une année à l'autre ; en 2008, l'effet était relativement marqué en particulier en absence de poudrette et à faible dose d'engrais ; l'effet était moins évident en 2009 ; il semble que la qualité du matériel, collecté à différents endroits, puisse expliquer ces divergences.

Le programme était prévu sur trois sites (Sanguéré, Touboro, Tcholliré) ; mais pour des raisons budgétaire et organisationnelle, il n'a été conduit que sur le site de Touboro.

4.1.1 Protocole expérimental

Tableau 13: Les différents traitements de l'essai

Traitements		N	P2O5	K2O	Poudrette de parc
1	Couverture totale des besoins	20	20	60	0
2	Demi dose	20	10	30	0
3	Formule SODECOTON	44	20	30	0
4	Zéro engrais	0	0	0	0
5	Trt 1+ fumier	20	20	60	5 t
6	Trt 2 + fumier	20	10	30	5 t
7	Trt 4 + fumier	0	0	0	5 t
8	Trt 2 sans azote starter	0	10	30	0
9	Trt 1 sans azote starter	0	20	60	0

L'expérimentation est de type « essai blocs de Fischer » comportant 9 traitements et 8 répétitions ; l'ensemble de ces traitements sont appliqués sur deux variétés : Houla 1 et TGX 1910 14 F.

L'essai a été semé le juillet 2010

4.1.2 Résultats d'ensemble

Le tableau suivant présente l'ensemble des résultats de rendement par traitement et par variété.

Tableau 14 : résultats de rendements de l'essai fertilisation

trt	traitements	variétés	rep1	rep2	rep3	rep4	rep5	rep6	rep7	rep8	moy
1	20 20 60 0F	Houla 1	3 904	3 095	2 943	2 447	2 344	3 641	3 166	2 724	3 033
1	20 20 60 0F	TGX 1910 14F	3 822	3 227	3 094	3 115	2 989	2 769	2 879	2 657	3 069
2	20 10 30 0F	Houla 1	3 415	2 301	2 331	2 393	2 688	2 973	2 699	1 888	2 586
2	20 10 30 0F	TGX 1910 14F	3 083	2 358	2 588	2 677	3 278	3 116	3 264	2 579	2 868
3	engrais sod	Houla 1	2 981	2 626	2 548	2 315	3 702	2 445	3 199	2 266	2 760
3	engrais sod	TGX 1910 14F	3 160	3 053	2 513	2 756	3 493	3 085	2 667	2 786	2 939
4	0 0 0 0F	Houla 1	1 191	1 897	1 670	1 266	1 790	2 247	2 207	1 596	1 733
4	0 0 0 0F	TGX 1910 14F	1 743	2 168	1 623	1 959	2 930	2 055	2 481	2 262	2 153
5	20 20 60 +F	Houla 1	2 179	2 098	2 965	1 670	3 387	2 399	3 130	2 705	2 567
5	20 20 60 +F	TGX 1910 14F	2 507	2 569	3 018	3 114	3 327	3 026	3 207	2 741	2 939
6	20 10 30 +F	Houla 1	3 179	2 688	2 120	2 241	2 624	2 542	2 640	2 521	2 569

6	20 10 30 +F	TGX 1910 14F	3 134	3 079	2 642	1 889	2 677	2 487	3 055	2 724	2 711
7	0 0 0 +F	Houla 1	3 033	1 332	1 906	2 098	2 577	2 119	2 534	2 217	2 227
7	0 0 0 +F	TGX 1910 14F	2 908	1 324	2 453	2 550	2 899	2 403	2 893	1 192	2 328
8	0N 10 30 0F	Houla 1	2 052	1 811	2 325	2 325	2 480	2 908	2 672	2 461	2 379
8	0N 10 30 0F	TGX 1910 14F	2 594	1 895	2 949	3 037	3 026	3 251	3 190	2 469	2 801
9	0N 20 60 0F	Houla 1	4 160	2 133	2 521	2 613	2 651	2 648	2 567	2 786	2 760
9	0N 20 60 0F	TGX 1910 14F	3 688	2 672	2 626	3 136	3 667	3 292	3 260	2 975	3 164
moy											

L'analyse de variance et test de Duncan à P=0.05 (ci-dessous) est hautement significative avec un CV de 14.8%.

Tableau 15 : moyenne de production de grains et test de Duncan entre traitements

Traitement	Trt1	Trt9	Trt3	Trt5	Trt2	Trt6	Trt8	Trt7	Trt4	
Rdt moyen	3390	3291	3166	3058	3030	2933	2878	2530	2158	
Test Duncan 0.05	a	ab	ab	ab	ab	b	b	c	d	HS
										CV% =14.8

La différence est également significative entre variétés : la réactivité de la variété TGX 1910 14 F est supérieure à la variété Houla 1.

Tableau 16: Moyenne de production et test de Duncan entre variétés

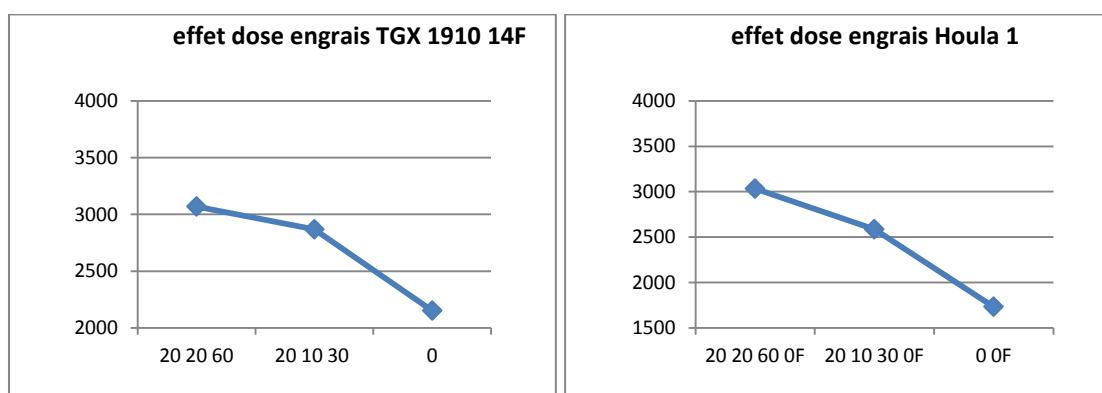
variété	Rdt moyen	Test de Duncan 0.05
TGX 1910 14 F	3082	a
Houla 1	2791	b

Les paragraphes suivants analysent l'effet des traitements avec plus de détail :

4.1.3 Effet dose d'engrais (0; 20-10-30 ; 20-20-60)

La comparaison des traitements 1, 2, 4 permet de ressortir l'effet de la dose d'engrais : 0, 20-10-30, et 20-20-60, l'azote étant constante.

Figure 13 : effet de la dose d'engrais selon la variété



L'effet de la dose d'engrais est très élevé entre la dose 0 et le premier niveau 20-10-30 : +1300 kg/ha pour la variété *Houla 1* et 916 kg/ha pour la variété *TGX*

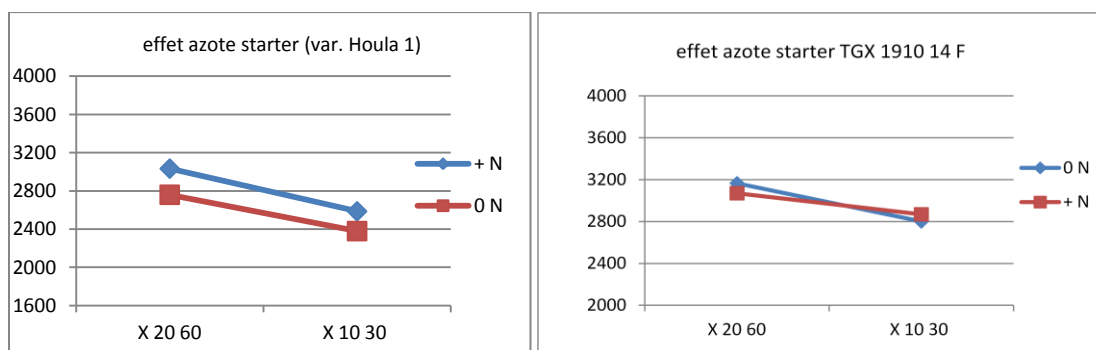
L'effet est moindre en passant du premier niveau (20-10-30) au second (20-20-60) : +447 kg/ha pour la variété *Houla 1*, et 201 kg/ha pour la variété *TGX*.

Ces résultats sont concordants avec les deux années précédentes : la production de soja est possible sans engrais (entre 1500 et 2000 kg/ha en 2010) ; cependant, le premier niveau d'engrais amène un surcroît de production très substantiel (en 2010 de 32 % et 49% respectivement selon la variété), mais moindre entre le 1^{er} et 2^{ème} niveau d'engrais (respectivement de 7 % et 17% selon la variété).

4.1.4 Effet azote starter

Les deux doses d'engrais sont amenées soit avec azote (20-10-30 ; 20-20-60), soit sans azote (0-10-30; 0-20-60). Les résultats sont présentés graphiquement ci-après.

Figure 14 : effet de l'azote starter selon la variété



Pour le cas de *Houla 1*, on constate un effet modeste de l'azote starter (+ 200 kg/ha environ) ; il est nul pour la variété *TGX 1910 14 F*. Cela semble logique, car la variété *TGX 1910 14 F* s'est toujours montrée plus performante en fixation d'azote (feuillage vert foncé) alors que le feuillage de *Houla 1* a toujours été plus pâle.

Ces données rejoignent également les conclusions des deux campagnes précédentes : l'azote starter peut être éliminé de la formulation. Par contre, il faut impérativement disposer de matériel végétal qui ait de bonnes dispositions à la fixation symbiotique.

4.1.5 Nodulation du soja

Le soja est un grand consommateur d'azote minéral qu'il puise dans la réserve du sol ou synthétise à partir de la symbiose rhizobium x légumineuse.

Rappel : Le comptage des nodosités permet d'apprécier la mise en place d'un système symbiotique, sans pour autant pouvoir conclure sur l'efficacité de cette symbiose.

- En l'absence de nodosités, on peut conclure de façon absolue qu'il n'y aura pas de fixation symbiotique ;
- En présence de nodosités, on peut avancer qu'un système fixateur est en place ; mais cela ne permet pas de juger de son fonctionnement (ou efficacité) ;
- Si le nombre de nodosités par plante est inférieur à 20, on peut penser que le système fixateur est limite ; au dessus de 30, on peut penser que le système fixateur est satisfaisant.

Le comptage des nodosités n'est donc qu'une mesure qualitative. L'évaluation de la fixation symbiotique réelle est possible, mais cela nécessite des investigations conséquentes et coûteuses (azote 15). L'observation visuelle du feuillage peut toutefois nous donner de précieuses indications : en sol relativement pauvre en azote minéral, un feuillage de couleur vert-foncé est généralement un signe de bon fonctionnement du système symbiotique.

Des comptages de nodosités ont été menés cette année sur les multiplications (variétés en cours de diffusion) sur les sites de Touboro, Sanguéré et Kodeck. Une variété d'origine brésilienne ayant connu l'année passée quelques problèmes de nodulation (CD 211) a été rajoutée.

Les résultats moyens sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 17 : résultats des comptages de nodosités selon la variété

Variété		Sanguéré	Touboro	Kodeck	Moyenne
CD 211	2010	27.4	16.9	44.5	29.6
SJ 235	2010	29.5	19.6	28.6	25.9
	2009	53	56	35	48
TGX 1844 18 E	2010	27.2	24.5	23.9	25.2
	2009	47	58	43	50
TGX 1448 2 E	2010	21.2	13.0	44.4	26.2
	2009	48	20	43	37
Houla 1	2010	21.2	24.7	32.4	26.1
	2009	55	26	25	35
TGX 1910 14 F	2010	34.5	42.7	45.9	41.0
	2009	70	104	31	83

Globalement pour 2010, toutes les variétés mesurées ont un nombre moyen de nodosités/plante de 20 à 40. , ce qui est juste dans la norme. On constate qu'une variété (TGX 1910 14 F) compte une nodulation nettement plus importante : de 30 à 50 selon le site expérimental ;

On note cependant que les données sont relativement inférieures aux mesures de 2009, où le nombre moyen de nodosités par plante évolue entre 30 et 80, avec une dominante autour de 50.

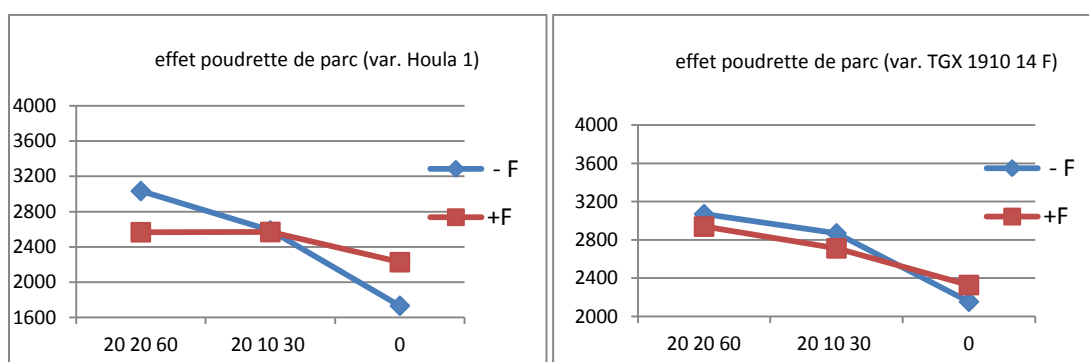
Ces variations annuelles peuvent s'expliquer par des différences pluviométriques : la nodulation est particulièrement sensible à des sécheresses ponctuelles telle que la période quasi sans pluie sur Sanguéré du 23 juillet au 15 août ou à l'inverse à des périodes d'hydromorphie des sols. La période de prélèvement joue également, car le nombre de nodosités montre une évolution parabolique entre zéro et son maximum, ce dernier étant atteint vers le 60^{ème} et 70^{ème} jour du cycle de la plante.

Conclusion : la nodulation (naturelle) se situe à un niveau relativement satisfaisant qui devrait convenir pour satisfaire les besoins azotés de la culture. Il semble donc que l'inoculation (apport d'un inoculum de rhizobium spécifique) ne soit pas nécessaire pour la zone cotonnière. Les variétés TGX 1910 14 F, TGX 1448 2 E et TGX 1844 18 sont les plus nodulées ; cette aptitude explique vraisemblablement le feuillage particulièrement verdoyant de ces trois variétés. Néanmoins il serait judicieux de mener des mesures de nodosités sur des nouvelles variétés mises en essai de confirmation lors de la prochaine campagne notamment pour les variétés brésiliennes à cycle court ayant obtenu de bons rendements et présentant une déhiscence acceptable (emgopa 316, emgopa 301, Goiania).

4.1.6 Effet poudrette de parc

Trois formulations (0 ; 20-10-30 ; 20-20-60) sont menées avec et sans poudrette de parc (5 tonnes/ha). Les résultats sont exprimés graphiquement dans les figures suivantes.

Figure 15 : effet de la poudrette de parc



Concernant Houla 1, l'application de poudrette de parc apporte une plus-value sensible en l'absence d'engrais ; mais dès que l'on applique de l'engrais, l'apport de poudrette n'amène plus de gain de production.

Concernant TGX 1910 14F, on ne constate aucun gain de production, même en l'absence d'engrais.

Deux remarques sont à formuler :

- Les réponses contradictoires du soja à la poudrette de parc (les années précédentes également) viennent probablement du matériel qui est collecté en différentes localités et dont la qualité n'a jamais été contrôlée. Il est vrai que la poudrette est connue pour avoir une action équivalente à l'engrais car constituée essentiellement de déjections d'animaux (sans paille). Pour les expérimentations futures, il serait avantageux d'utiliser du fumier de bœufs ;
- Le seul point commun avec les expérimentations précédentes, est une action positive « relativement fréquente » en absence d'engrais. Et en présence de fertilisation minérale, son effet décroît rapidement.

4.2 Les essais doses P205 et K20

Deux essais ont été menés cette année sur le site de Sanguéré, l'un concernant P205 et l'autre K20.

4.2.1 Essai dose P2O5

4.2.1.1 Protocole expérimental

La consommation maximale de P2O5 pour un objectif de 2000 kg/ha de grains est de 20 unités (si recyclage des résidus de récolte). Nous proposons donc un essai courbe de réponse en commençant par 20 Unités de P2O5 et en réduisant progressivement la dose de 5 unités ; la fertilisation en K2O est maintenue à son maximum de 60 unités.

Tableau 18 : protocole de l'essai soustractif P2O5

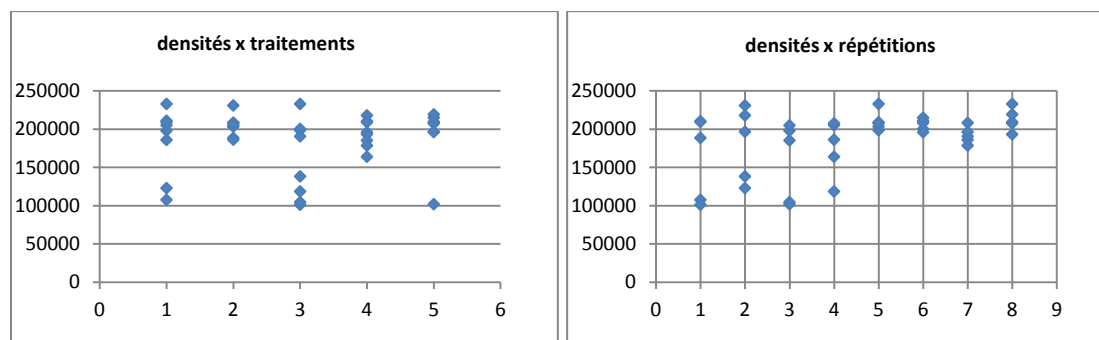
Traitement	Unités P2O5 ha	Unités K2O ha
Trt 1	20	60
Trt 2	15	60
Trt 3	10	60
Trt 4	5	60
Trt 5	0	60

L'expérimentation est menée en type « essai blocs de Fischer » à 5 traitements et 8 répétitions (pour obtenir une bonne précision expérimentale).

4.2.1.2 Résultats de l'essai dose P2O5

L'analyse des densités de culture révèle quelques densités comprises entre 100 000 et 150 000 (trt 1, trt 3, trt 5). Elles sont localisées sur les rep 1,2,3,4. On tiendra compte de ces distorsions pour l'interprétation des données.

Figure 16 : analyse de la densité de culture de l'essai



Les résultats de rendements sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Résultats de rendements essai soustractif P2O5

Traitement	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6	Rep 7	Rep 8	moy
20 Unités	1 569	2 081	1 379	1 281	2 411	2 009	1 494	1 539	1 720
15 Unités	1 861	2 348	1 724	1 231	2 045	2 275	1 919	2 208	1 951
10 Unités	1 529	1 899	1 170	984	2 158	2 113	1 731	1 452	1 630
5 Unités	1 760	2 207	1 756	975	1 894	2 098	1 835	1 364	1 736
0 Unité	1 507	1 848	904	455	1 718	1 908	1 475	1 830	1 456
moy	1 645	2 077	1 387	985	2 045	2 081	1 691	1 679	1 699

Globalement, la moyenne de rendement de l'essai est de 1700 kg/ha, ce qui signifie que l'essai est d'un bon niveau de production. Par contre, on note une relative disparité entre répétitions, en particulier sur la répétition 4 (985 kg/ha). Une densité problématique et cette disparité de production nous autorise à supprimer la répétition 4 dans l'analyse statistique.

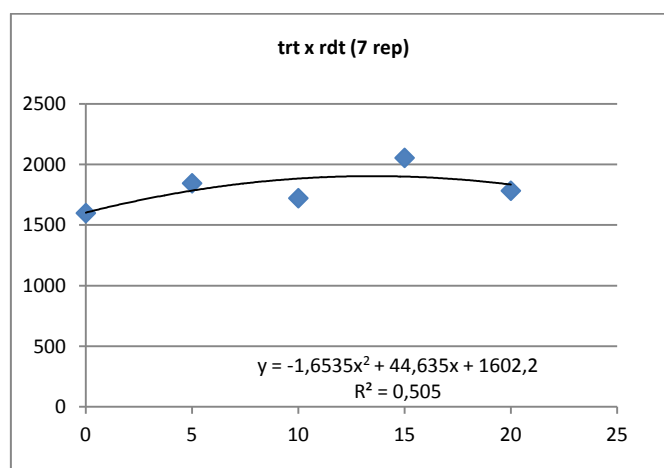
Tableau 20 : analyse de variance sur les 7 répétitions retenues

Traitements	Rendement grains	Test Duncan 0.05
15	2201	a
5	1976	ab
20	1910	ab
10	1844	b
0	1712	b

CV% = 11.2

L'analyse de variance conventionnelle donne des résultats relativement confus, car elle ne convient guère à l'analyse des courbes de réponses. La représentation graphique avec ajustement de courbe semble plus adaptée à notre cas.

Figure 17 : relation entre dose P2O5 et rendement en grains



La variation de rendement évolue entre 1500 et 2000 kg/ha, ce qui laisse peu d'effet possible aux traitements étudiés (entre 0 et 20 unités de P2O5). La courbe d'ajustement tracée semblerait cependant indiquer un optimum entre 10 et 15 unités (les différences sont statistiquement significatives).

4.2.2 Essai dose K2O

4.2.2.1 Protocole expérimental.

L'essai courbe de réponse K2O fonctionne sur le même principe que l'expérimentation précédente. Il s'agit de faire varier la dose de K2O de 60 à 0 en maintenant constante la dose de P2O5. Les traitements proposés sont repris dans le tableau suivant :

Tableau 21 : tableau récapitulatif des traitements

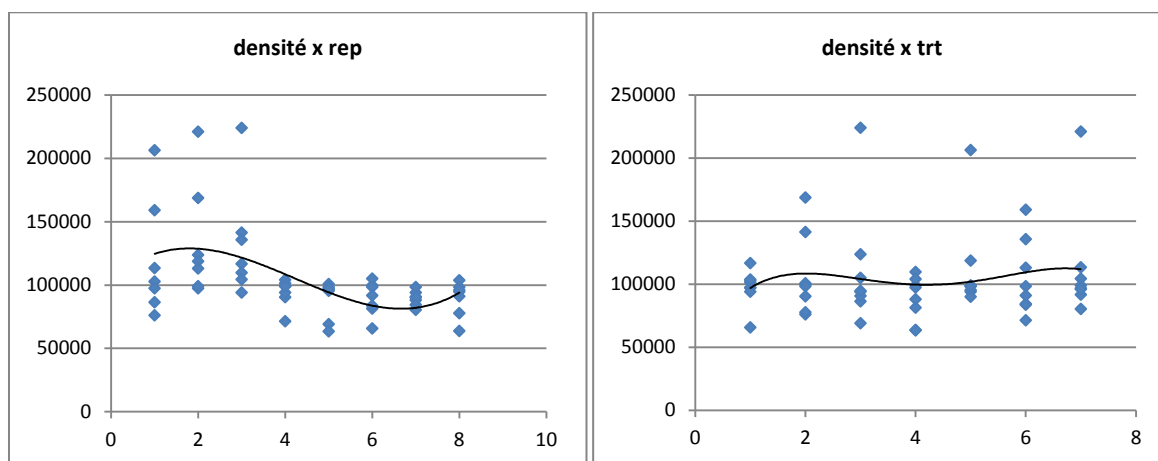
Traitements	Unités P2O5 ha	Unités K2O ha
Trt 1	20	60
Trt 2	20	50
Trt 3	20	40
Trt 4	20	30
Trt 5	20	20
Trt 6	20	10
Trt 7	20	0

L'essai comporte 7 traitements (0,10, 20, 30, 40, 50, 60) et 8 répétitions.

4.2.2.2 Résultats de l'essai dose K2O

Analyse de la densité de culture de l'essai :

Figure 18 : analyse de la densité de culture de l'essai



L'analyse des densités en fonction des répétitions nous montre que la densité est globalement faible et voisine de 100 000 plantes/ha. On note certes quelques parcelles au dessus de 150 000 plantes, mais de façon générale, la densité de cet essai est insuffisante ; on risque d'avoir des effets croisés entre la densité et le traitement étudié (niveau de fertilisation).

Analyse des rendements en grains

Le tableau ci-dessous présente les résultats de rendement en fonction de la dose de potasse :

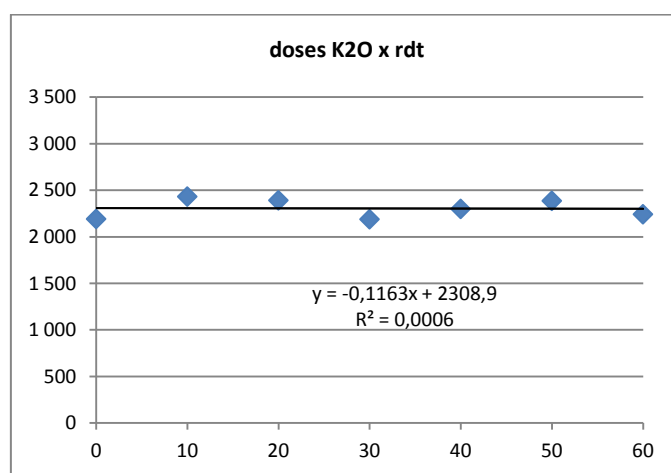
Tableau 22 : résultats de rendement de l'essai soustractif K2O

Traitement	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4	Rep 5	Rep 6	Rep 7	Rep 8	moy
trt1	1 778	2 295	2 944	2 241	2 452	1 878	2 003	2 353	2 243
trt2	2 022	2 241	2 741	2 387	2 542	2 453	2 173	2 537	2 387
trt3	1 801	2 607	2 803	2 093	2 115	2 026	2 268	2 690	2 300
trt4	2 055	2 447	2 478	2 382	1 871	2 214	1 964	2 106	2 189
trt5	2 900	2 302	2 488	2 367	1 996	2 290	2 189	2 607	2 393
trt6	2 501	2 680	3 028	2 086	2 229	2 301	2 250	2 387	2 433
trt7	2 410	2 991	2 224	2 021	2 099	1 945	2 117	1 734	2 193
moy	2 210	2 509	2 672	2 225	2 186	2 158	2 138	2 345	2 305

Malgré une densité faible, le rendement moyen de l'essai est très élevé (2305 kg/ha). La variation sur la moyenne des répétitions est également faible (variation entre 2158 kg et 2672 kg), ce qui indique un essai relativement homogène.

L'analyse de variance indique un CV de 11.5% (ce qui est très correct) et le test de Duncan n'indique aucune différence significative entre traitement (variation de production des traitements entre 2193 kg et 2433 kg/ha). La représentation graphique et la courbe de régression confirment cette tendance :

Figure 19 : représentation des rendements selon la dose de potasse



En effet, la courbe de tendance confirme le constat que la dose de K2O entre 0 et 60 unités n'a aucune influence sur la production de grains de soja.

Mais il faut prendre ces résultats avec précaution, car la densité de plantes de cet essai est faible; il est probable qu'elle ait interféré avec l'expression de la potasse. De plus le précédent cultural étant un essai coton entomologie avec une bonne fumure minérale, il est possible que la réserve du sol soit bonne. Cet essai est à confirmer.

En conclusion sur la fertilisation du soja :

Les essais «fertilisations» menés en différentes localités en 2008, 2009 et 2010 montrent de façon répétitive que la formulation 20 -10 30 (demi-dose) entraîne une augmentation de production significative, et la dose 20-20-60 permet encore une augmentation, mais moindre.

Par contre, l'essai dose de 2010, conduit sur un seul lieu pour l'instant (Sanguéré), amène la controverse en montrant un effet faible de l'élément P2O5 (la dose optimale se situerait vers 10 unités de P2O5), et un effet nul de l'élément K2O.

Il semblerait que dans les deux cas, P2O5 soit l'élément déterminant, et que K2O soit non limitant pour la culture du soja.

Il faut cependant ne pas conclure trop rapidement, car :

- le soja viendra fréquemment en rotation avec le coton qui est un gros consommateur de potassium ; or, plusieurs expertises menées les années antérieures soupçonnent des déficiences potassiques sur cette culture ;*
- que l'essai dose a été conduit en une seule localité ; des compléments d'information sont encore nécessaire pour statuer sur cet aspect de l'étude.*

Les différents essais montrent également que l'azote starter n'a pas ou, selon la situation, que peu d'effet sur la production de graines. Ce résultat est d'autant plus vérifié lorsqu'on utilise des variétés qui manifestent de bonnes capacités fixatrices de N² (comme certaines variétés TXG).

Enfin, l'utilisation de poudrette de parc comme fertilisant organique est souvent bénéfique, surtout à bas niveau d'apport de fertilisant minéral, mais les résultats sont parfois contradictoires. Cela vient probablement du fait que le matériel collecté provienne d'origines diverses (différents villages, mélange avec des quantités de sable, excréments de différents animaux, etc...), et qu'il n'a jamais fait l'objet d'analyse poussée. Il serait plus convenant à l'avenir de remplacer cette poudrette par un fumier de bœufs.

5 Définition de la densité optimale de culture du soja

L'expérimentation vise à déterminer la densité optimale de culture du soja. Deux variétés sont utilisées : l'une (Houla 1) extériorise un port semi-érigé, alors que la variété TGX 1910 14 F dispose d'un port construit davantage en largeur (port semi-étalé).

Les deux variétés sont présentes sur le site de Touboro et Sanguéré, alors qu'à Kodeck (extrême Nord) nous n'utiliserons que la variété à cycle court Houla 1.

Rappel des résultats 2009 : globalement sur les trois essais menés (Touboro, Sanguéré, Kodeck), on ne notait aucune différence significative entre les densités de 100 000 et 400 000 plantes /ha. Globalement, les rendements étaient élevés et variaient entre 2000 et 3000 kg/ha. On ne notait non plus de différence sensible entre les deux variétés testées (Houla et TGX 1910 14 F). Le soja manifeste apparemment une bonne réactivité en compensant la réduction des plantes par une augmentation du nombre de gousses par plante.

5.1 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un split plot avec 8 traitements (densité), 8 répétitions, deux sous traitements (variétés).

- Parcelle principale : 12 lignes x 0.5 m x 10 m = 60 m².
- sous parcelle : 6 lignes x 0.5 x 10 m = 30 m² (2 lignes de bordures, 4 lignes de récolte)
- Deux variétés Houla 1 et TGX 1910 14 F
- Superficie d'un essai : 8 rép. x 8 trait. x 60 m² = 3840 m².

Tableau 23 : traitements mis en places

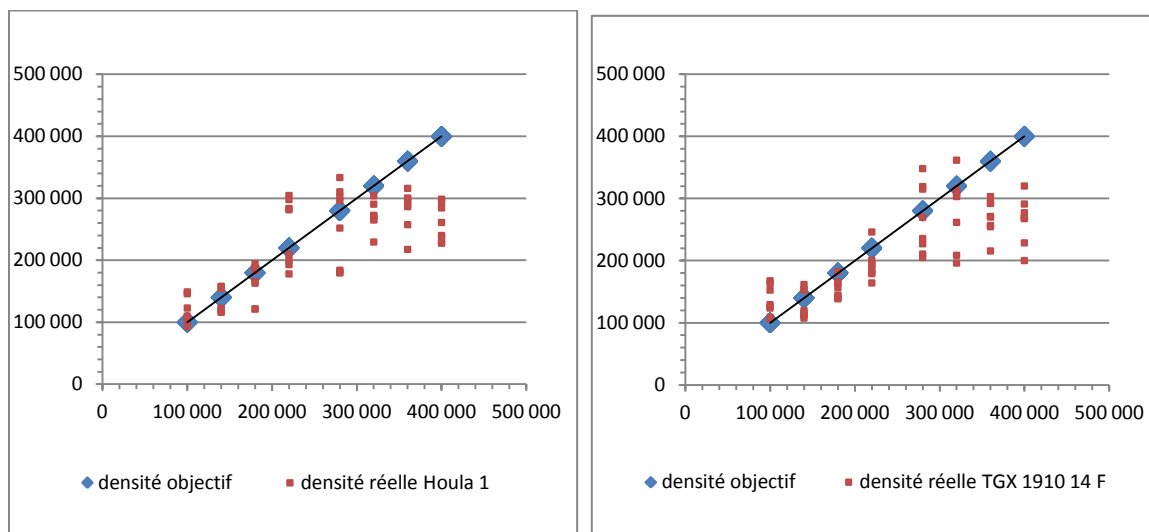
Traitement	Densité des plante/ha
1	100 000
2	140 000
3	180 000
4	220 000
5	280000
6	320 000
7	360 000
8	400 000

5.2 Résultats de l'essai densité mis en place à Touboro

5.2.1 Analyse des densités obtenues par rapport aux densités visées (Touboro)

La figure suivante montre la relation entre la densité comptée à la récolte (points rouges ; 1 point par parcelle) et la densité visée (points bleus)

Figure 20 : représentation des densités réelles (récolte) et des densités visées



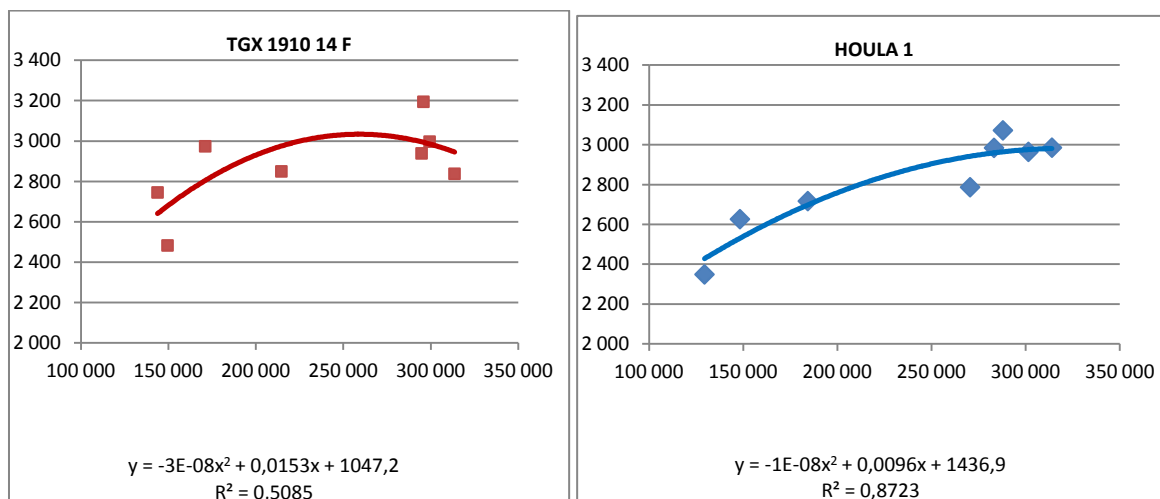
On note que pour les deux variétés, la densité visée est atteinte jusqu'à 300 000 à 350 000 plantes/ha, puis se stabilise à ce niveau. Les densités visées de 350 000 et 400 000 plantes/ha ne sont pas atteintes.

Les écarts enregistrés pour chaque traitement sont très corrects en basses densités; par contre, ils augmentent sensiblement vers les hautes densités visées.

5.2.2 Production de grains (Touboro)°

La figure ci-dessous représente la relation entre les densités réelles à la récolte (moyenne des 8 répétitions) et le rendement en grains correspondant (moyenne des 8 répétitions).

Figure 21 : représentation des relations entre densité à la récolte et production de grains



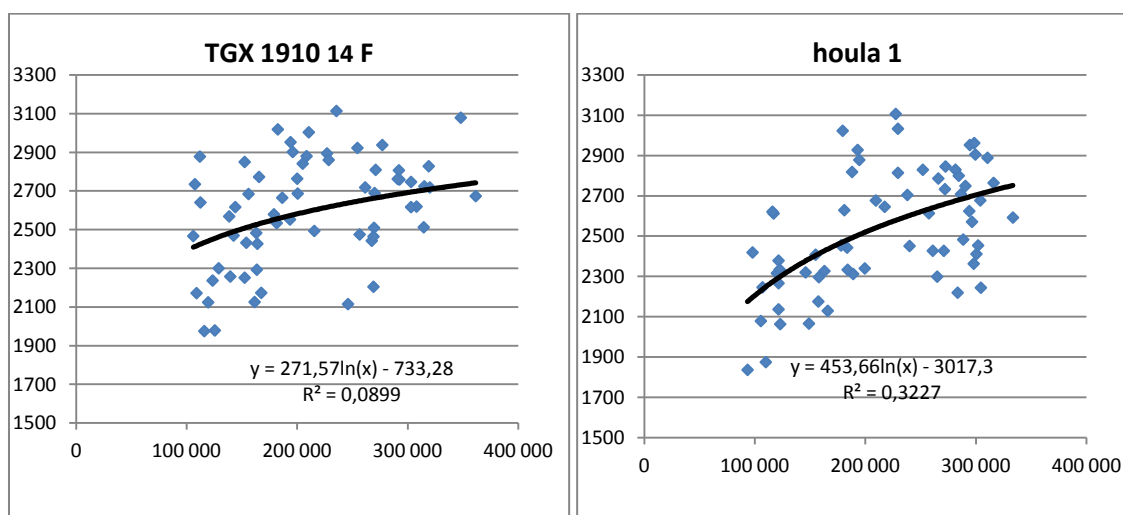
Les résultats de rendements sont relativement serrés autour de la courbe de tendance pour Houla 1 ($R=0.872$) ; par contre, les relations densités x productions pour TGX 1910 14 F sont plus disparates (0.508). Les deux coefficients de corrélation sont hautement significatif à $P=0.05$

La courbe de tendance de Houla 1 montre une augmentation de la production avec la densité jusqu'à 300 000 plantes/ha (à la récolte). A cette densité, la production de grains tend à se stabiliser.

La courbe de tendance de TGX 1910 14 F est plus hétérogène, et évolue dans une gamme plus incertaine. Elle montre également une augmentation de la production de grains jusqu'à un optimum qui se situerait vers 250 000 plantes/ha.

Cependant, si l'on représente les données détaillées de tous les binômes NP x PG (et non les moyennes), les résultats apparaissent moins strictement organisés.

Figure 22 : représentation de tous les couples NP x PG



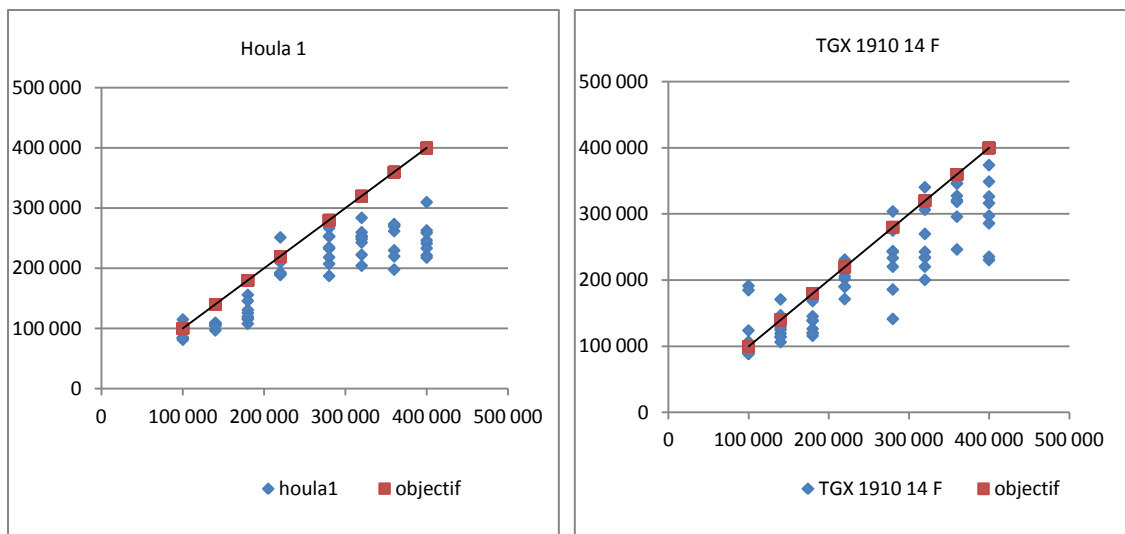
Les points sont largement distribués dans un large espace autour de la droite de régression pour les deux variétés ; les coefficients de régression sont NS (à $P=0.05$) pour la variété *TGX 1910 14 F*, et à la limite de la significativité pour *Houla 1*.

5.3 Résultats de l'essai densité de Sanguéré

5.3.1 Analyse des densités obtenues par rapport aux densités visées (Sanguéré)

Les figures ci-dessous présentent les relations entre les densités réellement obtenues à la récolte et les densités visées.

Figure 23 : relation densités à la récolte x densités visées



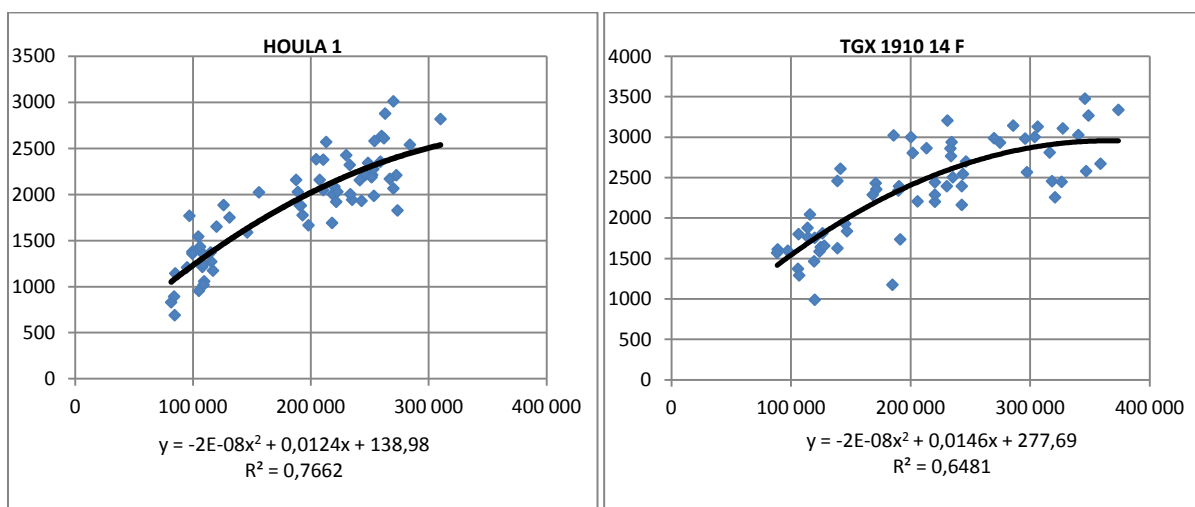
Concernant la variété Houla 1, la correspondance entre densités visées et densités obtenues, sont relativement cohérentes ; à partir de 250 000 plantes/ha, les densités réelles décrochent par rapport aux densités visées. La variation au sein d'un même traitement est relativement faible.

Concernant la variété TGX 1910 14 F, la densité mesurée à la récolte suit approximativement la densité visée, mais les écarts au sein d'un même traitement sont sensiblement plus larges, mais restent dans des proportions raisonnables.

5.3.2 Résultats de production en grains

Les résultats de rendement sont présentés dans les figures suivantes ; du fait que des écarts relativement important entre densités réelles et densités visées avaient été observés, nous présentons les résultats détaillés de chaque parcelle plutôt que les moyennes par traitement.

Figure 24 : relation entre densités à la récolte et rendement (Sanguéré)



Dans les deux situations, on constate une augmentation de production en fonction de la densité, jusqu'à **350 000 plantes/ha**. Les rendements plafonnent à 3 000 kg/ha, ce qui représente un très bon niveau de production de l'essai.

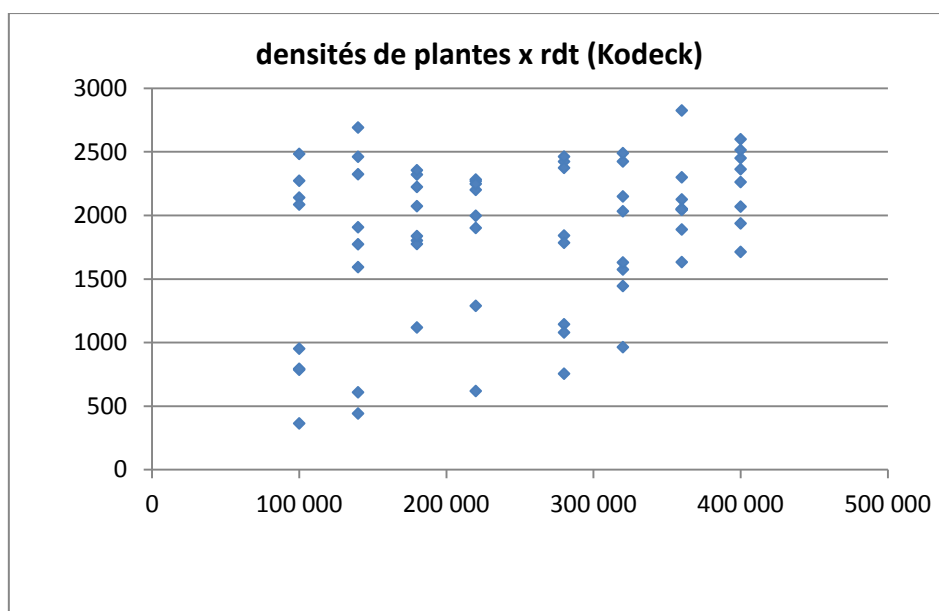
Dans le cas particulier de Houla 1, on peut penser que la courbe de réponse n'a pas atteint l'optimum. Effectivement, le nombre de situations proches ou à 400 000 plantes/ha sont trop peu nombreuses.

Les données statistiques sont hautement significatives pour les deux variétés.

5.4 Résultats de l'essai densité de Kodeck

Sur le site de Kodeck, nous n'avons semé qu'une seule variété (*Houla 1*) adaptée à cette zone ; l'autre variété a un cycle trop long pour cette région.

Figure 25 : relation densité visée x rendement en grains (Kodeck)



Dans cette situation (conduite expérimentale plus difficile ; nombreux problèmes en cours de cycle) la répartition des points est très dispersée et ne présente aucune tendance évidente. Pour une même densité (par exemple 100 000 plantes/ha), les rendements varient entre 500 kg/ha et 2500 kg/ha, ce qui montre une grande diversité de réponse.

Les difficultés rencontrées lors de la campagne sur cet essai, expliquent cette large amplitude de variation de la production.

Conclusion :

Contrairement à l'année passée, cette série d'expérimentations sur la densité de plantes montre une relation entre densité et production de grains :

- *Première remarque : comme l'année passée, il a été difficile d'atteindre les fortes densités (au dessus de 300 000 plantes/ha). Les semoirs utilisés en sont en grande partie responsable, car ils*

ont été calibrés pour semer à des densités voisines de 300 000 grains ; or il faut également tenir compte des pertes à la levée qui ont été importantes cette année. S'il faut renouveler cette expérimentation, il serait judicieux de modifier les disques de semis pour atteindre des densités de semis proche de 500 000 graines et ajuster la densité visée par éclaircissage après la levée ;

- Seconde remarque : les niveaux de production de grains sont élevés, atteignant facilement 3 000 kg/ha de grains, ce qui signifie que les cultures ont été bien menées, sans contrainte majeure qui puisse perturber l'expression des densités ;
- enfin, on note une convergence fréquente de résultats vers les densités de **300 000 plantes/ha** à la récolte pour les deux types de variétés. Cela rejoint les résultats de Larcher au Sénégal qui préconisait 330 000 plantes/ha. Si l'on considère que les pertes habituelles en cours de cycle sont de l'ordre de 20% entre semis et récolte, cela nous amène à une densité visée de 360 000 plantes/ha au semis. Il faut noter que si l'optimum semble être établi à 300 000 plantes, la marge de latitude avant que le rendement ne baisse de façon significative, semble encore à préciser. On peut néanmoins émettre l'hypothèse que la préconisation à 330 000 plants/ha avait et a pour objectif de minimiser le risque. En l'occurrence pour cette campagne, on peut supposer que la capacité de compensation du soja n'a pu s'exprimer comme l'année précédente du fait d'un déficit hydrique situé entre le 25^{ème} et 45ème jour de développement de la plante pour le cas précis de Sanguéré.

6 Les composantes du rendement : une méthode de compréhension du fonctionnement des plantes

Le schéma d'élaboration du rendement s'appuie sur une décomposition en composantes qui se déterminent successivement dans le cycle de la plante. Certains auteurs (Navarro, Fleury) ont précisé ce schéma pour le maïs en le décrivant en trois composantes principales :

1. Le nombre de plantes/ha, qui donne une référence surfacique (NP)
2. Le nombre de grains/plante, qui exprime un degré de ramification (NGP)
3. Le poids moyen d'un grain qui représente un état de croissance unitaire (P1G)

Le rendement peut donc s'écrire en une formule générale : $RDT = NP \times NGP \times P1G$.

Dans ce cas, le rendement est en fait la résultante finale de tous les événements qui se sont passés au cours du cycle de la plante. Il peut aussi être décrit comme un rendement potentiel auquel on enlève un peu de production à chaque événement négatif qui intervient au cours du cycle.

Ces composantes sont également déterminées durant des phases physiologiques caractéristiques : la phase végétative qui correspond à la période d'installation du peuplement (NP); la phase reproductive où se détermine le nombre de grains formés (NGP) ; enfin la phase de maturation où les grains se remplissent (P1G).

Plus tard ces composantes ont abouti au calcul d' « indices de réalisations » qui ont été utilisés comme un outil efficace d'analyse explicative de construction du rendement (Siband, Wey).

Une des limites de cette démarche est l'exigence de phases physiologiques bien distinctes l'une de l'autre : c'est le cas des variétés pour le maïs où la floraison marque la fin de la croissance végétative, et le démarrage de la maturation indique la fin de la floraison.

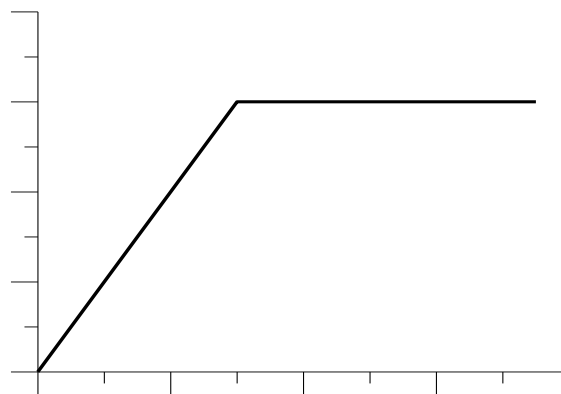
Cette démarche n'a pas encore été étudiée sur le soja. Cela devrait être possible sur les variétés dites « déterminées » dont les phases physiologiques sont relativement distinctes ; par contre, pour le cas des variétés « indéterminées » où la floraison déborde sur le remplissage des grains, cette démarche ne pourra plus s'appliquer.

Mais sans aller aussi loin dans le raisonnement pour le soja, l'analyse des composantes de rendement pourrait nous aider à expliquer le « pourquoi » de certains dysfonctionnements de la plante.

6.1 Relation entre variable de production et de population

Elle concerne par exemple entre le nombre de plantes/ha et le nombre de grains/ha; ou encore entre la production kg/ha et la densité/ha; Elle se développe comme l'illustre la figure suivante :

Figure 26 : relation entre variable de production et population



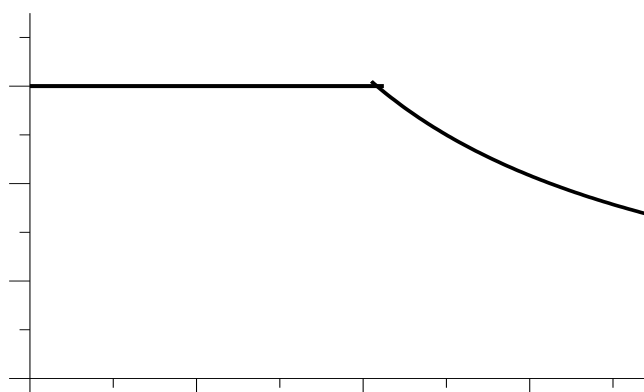
Si l'on prend l'exemple de la relation rendement (en ordonnée) et densité (en abscisse):

- Le rendement augmente de façon linéaire jusqu'à un maximum ; il commence à zéro (zéro plante => zéro production).
- au-delà de ce maximum, le rendement reste constant alors que le nombre de plantes continue à augmenter ; ceci s'entend bien sûr sans interférence d'autres facteurs limitants que le jeu des deux composantes ;

6.2 Relations entre composantes de rendement

Ces notions physiologiques entre une composante surfacique (NP, NG) et une composante intensive (NGP, P1G) ont été développées par Navarro en 1984 et Fleury en 19... la figure ci-dessous illustre cette relation :

Figure 27 : relation entre composantes du rendement



En abscisse : NP (nombre de plantes /ha), NG (nombre de grains / ha)

En ordonnée : NGP (nombre de grains/plante, ou P1G (poids de 1 grain ou encore plus communément poids de 1000 grains)

En prenant par exemple le cas du NG x P1G, et en l'absence de tout facteur limitant :

- Quand le nombre de grains/ha est faible, le poids de 1 grain est à son maximum ; on appelle cela la limite génétique (elle est alors fonction du matériel génétique) ;
- Quand le NG/ha devient trop important, le poids de 1 grain commence à baisser ; le « milieu » devient limitant. Cette fonction de réduction répond en général à la fonction mathématique de type $y=1/x$.

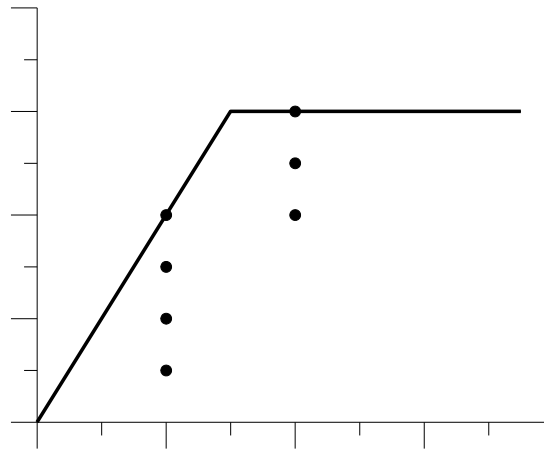
On entend par milieu (sens physiologique) l'environnement de la plante, qui peut être dans notre cas une perte d'efficacité de la photosynthèse liée au trop grand nombre de plantes (recouvrement des feuilles).

6.3 La notion de courbe-enveloppe

Constatant la variabilité des résultats, Navarro a proposé d'appliquer à l'analyse de ses composantes, la méthode de la « courbe enveloppe » :

- Les valeurs supérieures décrivent une enveloppe qui exprime la meilleure efficacité de liaison entre deux composantes. Ces valeurs correspondent au potentiel de réalisation des composantes.
- Les valeurs inférieures expriment une réalisation incomplète du potentiel due à l'intervention de facteurs limitants.

Figure 28 : courbe enveloppe et nuage de points



Ainsi, les points situés SUR la courbe enveloppe sont à leur potentiel, les points INFÉRIEURS sont des situations ayant subi des contraintes qui ont empêché la variable de s'exprimer à son potentiel. La distance à la courbe enveloppe exprime le poids de la contrainte (plus le point est éloigné de la courbe enveloppe, plus la contrainte est forte).

Cette démarche permet d'aller plus loin dans l'interprétation des données, en particulier quand on a à faire à un nuage de points, à condition bien sûr qu'il s'agisse de relations réagissant selon les mêmes lois physiologiques (comme décrites avant : NP x NG, ou NP x RDT).

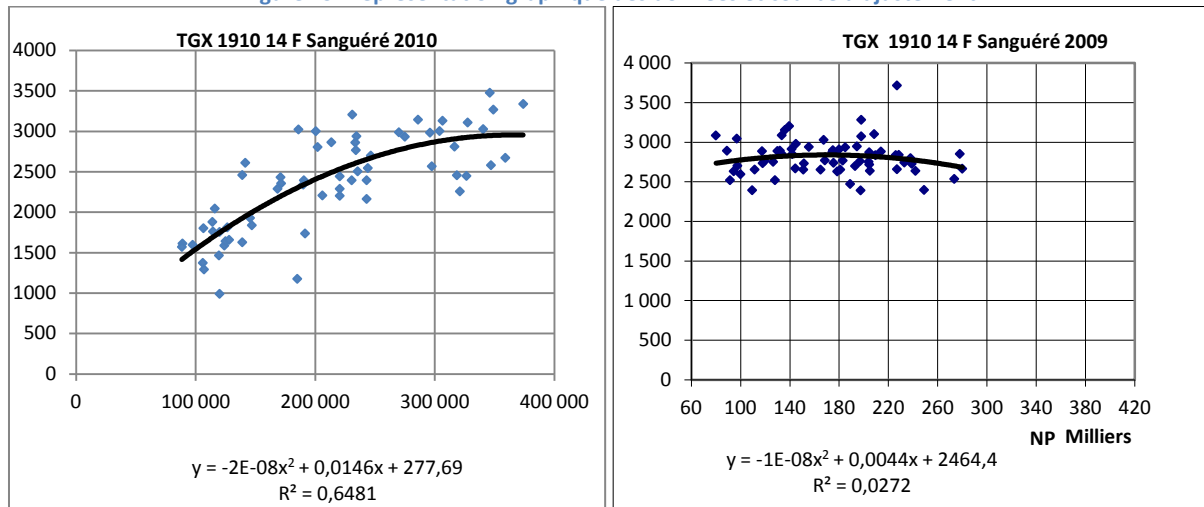
6.3.1 Exemple d'utilisation des courbes enveloppes

Nous avons vu dans les chapitres précédents les résultats des essais densités de plantes. Ces données se prêtent à cette double-interprétation (densité x rdt) que nous allons tester ci-dessous.

6.3.1.1 Une situation avec un résultat statistique confirmé : essai de densité TGX 1910 14 F à Sanguéré (2009 et 2010)

Les deux figures suivantes comparent les résultats NP x RDT des essais densités conduits à Sanguéré en 2009 et 2010. On y représente tous les binômes NP x rdt (les données de chaque parcelle et non les moyennes par traitement).

Figure 29 : représentation graphique des données et courbe d'ajustement

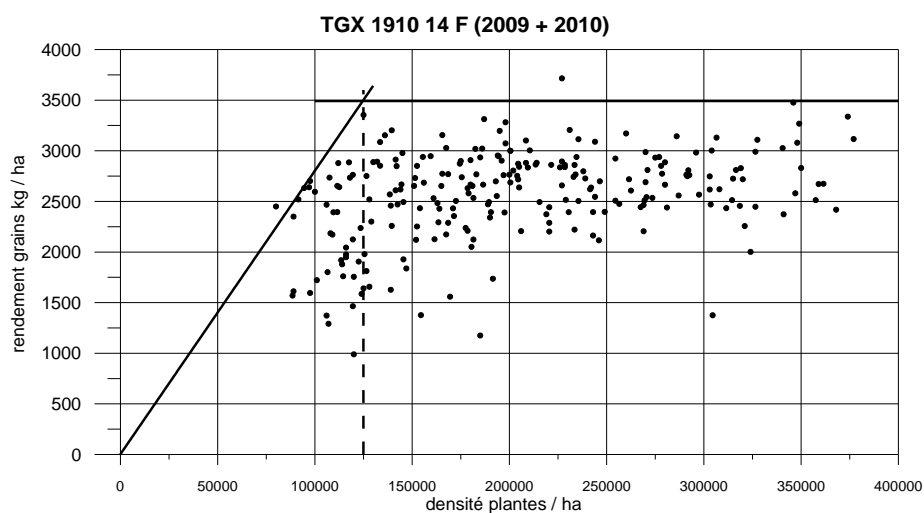


L'interprétation conventionnelle graphique des données 2009 montre un nuage de points et la courbe d'ajustement est non significative ($R^2 = 0.027$), il n'y aurait pas de différence significative entre 100 000 et 300 000 plantes/ha.

Les données 2010 sont distribuées différemment ; on obtient en fait une courbe d'ajustement polynomiale avec un $R^2 = 0.64$ significatif; on en conclue donc que la densité optimale se situe à l'asymptote de la courbe, c'est-à-dire vers 300 000 plantes/ha.

L'analyse par la courbe enveloppe est représentée par la figure suivante; on montre le même nuage de points qui représente tous les binômes NP x rdt de ces mêmes essais. Puis on ajuste la courbe enveloppe spécifique de cette relation (voir les paragraphes précédents) sur les points extrêmes de ce nuage de points

Figure 30: Analyse de l'ensemble des points par la courbe enveloppe



Comme expliqué précédemment, les points sur ou très proches de la courbe-enveloppe représentent les situations au potentiel; plus un point est éloigné de la courbe, plus il est éloigné du potentiel (limitation par d'autres contraintes).

- Globalement on constate que le nuage de points est très ouvert, ce qui traduit la grande variabilité observée pour chaque densité. Par exemple : pour la densité de 150 000 plantes/ha, les rendements varient entre 1250 kg/ha à 3000 kg/ha.
- La droite de type $y = ax$ marque la limite de production aux faibles densités ; elle croise la droite horizontale qui, elle, marque le potentiel de production de la variété considérée.
- L'intersection de ces deux droites marque la limite de densité (ici, 110 000 plantes/ha)

Ce graphique amène aux conclusions suivantes :

Conclusion agronomique :

1. *La limite inférieure de densité de la variété TGX 1910 14 F est de 110 000 plantes/ha à la récolte. Mais pour obtenir cette densité minimale à la récolte sans faire prendre de risque aux producteurs, et obtenir une couverture du sol suffisante (limiter les désherbages) il faut viser un objectif d'au moins 200 000 plantes/ha.*
2. *Le niveau actuel de production potentiel de cette variété est de l'ordre de 3 500 kg/ha ce qui n'est pas très loin des données maximales rencontrées dans la littérature scientifique : de l'ordre de 4 à 4.5 t/ha.*
3. *Les résultats expérimentaux ultérieurs ou mesurés en milieu paysan peuvent encore compléter cette série de points pour consolider cette courbe enveloppe. Il manque des références pour des densités inférieures à 100 000 plantes/ha (intérêt scientifique pour vérifier la théorie de la courbe enveloppe) et des points à proximité de la droite « potentiel de production » pour confirmer le potentiel de ce matériel végétal.*

Conclusion méthodologique :

La confrontation de ces deux méthodes d'interprétation nous interpelle, car les résultats obtenus sont relativement divergents :

- d'une part la méthode conventionnelle des « courbes de régression » qui donnent des résultats hétérogènes d'une année sur l'autre, mais occasionnellement permet de déterminer une densité optimale ; cependant, la structure élargie du nuage de points que l'on obtient des essais, montrent que les courbe-régression calculées contiennent une certaine imprécision;
- d'autre part la méthode des « courbe-enveloppes » : leur utilisation est plus marginale, mais qui semble plus lourde scientifiquement.

7 Le statut variétal du Tournesol

Rappel de la situation :

Sur cet aspect du programme les équipes en sont toujours à la recherche de matériel végétal adapté. Les hybrides importés et testés les campagnes précédentes donnent de meilleurs rendements que les composites mais leur introduction se heurte à des problèmes d'approvisionnement et de coûts.

Pour la campagne 2010, la SODECOTON a opté pour l'obtention d'hybrides localement à partir de lignées importées. Aussi compte tenu de cette orientation et en attendant de mener de futurs travaux sur les produits de cette hybridation, les activités se sont limitées à :

- un objectif de multiplication de semences composites de 3 origines : ISSANKA (origine Inra France), ISSARKA, et MOZAMBIQUE,
- un dispositif adossé en partie aux 3 essais rotations culturales (Sanguéré, Soukoundou et Tcholliré) et effectué sur 2 autres sites
- une mesure du taux d'huile pour chaque variété.

Ci-dessous les données récapitulatives des différentes multiplications :

Tableau 24: Résultats des productions de semences

Variété	Site	Production en Kg	Rendement	Taux de Matières grasses
ISSARKA	Sanguéré	55	344	37,8 %
MOZAMBIQUE	Soukoundou	151	1250	47,2 %
ISSANKA	Touboro	27		46,6 %
ISSARKA	Djalingo	17		

A noter quelques contraintes importantes relativement récurrentes:

- Plusieurs échecs au niveau de la germination : le semis de Tcholliré a été effectué trois fois sans succès, une véritable fonte des semis. Les 2 premières tentatives ont eu lieu avec le même lot de semences qui avait bien germé sur le site de Soukoundou;
- Maladies fongiques (Phoma, Phomopsis, Sclerotinia ?...) toujours aussi présentes notamment sur les sites plus arrosés ;
- Enfin un constat de cisaillement des tiges a été effectué sur plusieurs sites notamment ceux où a eu lieu l'hybridation effectuée par la SODECOTON (Gashiga et Touroua). Les maladies fongiques peuvent être à l'origine de ce phénomène mais ce constat est aussi symptomatique d'une carence en bore. Ce phénomène devra faire l'objet d'attentions particulières lors de la campagne prochaine.

8 Les opérations transversales

8.1 Les essais rotations culturales

L'essai « rotation culturale » a été mis en place en 2008 pour vérifier la compatibilité des différentes successions culturales avec les nouvelles cultures telles que le soja et le tournesol. Le protocole est basé sur 4 rotations binaires simples : **coton x tournesol**, **coton x soja**, **tournesol x soja** et **coton x maïs** comme référence. Afin d'atténuer l'effet annuel chaque traitement est dédoublé et débute en décalage, par exemple la rotation culturale coton x tournesol est conduite sur deux parcelles juxtaposées, l'une commençant avec le coton, la seconde avec le tournesol. Ainsi pour une même rotation, nous disposons des deux cultures chaque année. L'essai doit être conduit sur 6 années.

Ce dispositif est conduit sur 3 sites : Soukoundou, Tcholliré et Sanguéré. L'essai en est à sa seconde année. Ci-dessous les tableaux récapitulant les résultats pour chaque site.

Tableau 25: Résultats de l'essai rotations culturales (2008, 2009, 2010) Soukoundou (Rdt en Kg/ha)

	Rotation 1		Rotation 2		Rotation 3		Rotation 4	
	Coton x tournesol		Coton x soja		Tournesol x soja		Coton x maïs	
Numéro parcelles	Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4	Parc 5	Parc 6	Parc 7	Parc 8
2008	Coton 1175	Tournesol 614	Coton 1050	Soja 1842	Tournesol 537	Soja 1766	Coton 1475	Maïs 5603
2009	Tournesol 906	Coton 1131	Soja 1600	Coton 844	Soja 1481	Tournesol 1194	Maïs 4925	Coton 2481
2010	Coton 1137	Tournesol 825	Coton 1237	Soja 1444	Tournesol 1063	Soja 1675	Coton 2200	Maïs 3662

Tableau 26: Résultats de l'essai rotations culturales (2008, 2009, 2010) Sanguéré (Rdt en Kg/ha)

	Rotation 1		Rotation 2		Rotation 3		Rotation 4	
	Coton x tournesol		Coton x soja		Tournesol x soja		Coton x maïs	
Numéro parcelles	Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4	Parc 5	Parc 6	Parc 7	Parc 8
2008	Coton 725	Tournesol 1127	Coton 550	Soja 1688	Tournesol 583	Soja 1604	Coton 881	Maïs 2690
2009	Tournesol 643	Coton 1419	Soja 1163	Coton 1211	Soja 1790	Tournesol 755	Maïs 2900	Coton 1200
2010	Coton 1400	Tournesol 438	Coton 656	Soja 2013	Tournesol 250	Soja 2688	Coton 769	Maïs 2050

Tableau 27: Résultats de l'essai rotations culturales (2008, 2009, 2010) Tcholliré (Rdt en Kg/ha)

	Rotation 1	Rotation 2	Rotation 3	Rotation 4
--	------------	------------	------------	------------

	Coton x tournesol		Coton x soja		Tournesol x soja		Coton x maïs	
Numéro parcelles	Parc 1	Parc 2	Parc 3	Parc 4	Parc 5	Parc 6	Parc 7	Parc 8
2008	Coton 1001	Tournesol 279	Coton 725	Soja 2482	Tournesol 261	Soja 2274	Coton 865	Maïs 2469
2009	Tournesol 1613	Coton 966	Soja 2313	Coton 1267	Soja 1194	Tournesol 1625	Maïs 2150	Coton 1202
2010	Coton 871	Tournesol 0	Coton 415	Soja 2025	Tournesol 0	Soja 1788	Coton 445	Maïs 1138

Le résultat nul sur la production de tournesol à Tcholliré est dû au problème de levée des semences de tournesol évoqué précédemment, les semis ont échoué trois fois.

Il est encore tôt pour tirer des conclusions mais quelques premières tendances peuvent être relevées avec prudence :

- dans le cas de la rotation 2, **coton x soja**, le soja se comporterait mieux que le coton;
- pour le coton, le soja ne serait pas à priori le meilleur précédent puisque son rendement est presque systématiquement supérieur lorsqu'il vient après le tournesol ou après le maïs;
- le tournesol donnerait de meilleurs rendements après un précédent soja qu'après le coton.

Il aurait été intéressant d'étudier une rotation soja x céréale (maïs ou sorgho) car on peut supposer que la céréale profiterait avantageusement de l'azote laissé par le soja.

Compte tenu de cela et en prenant en compte les stratégies des exploitations agricoles cotonnières du nord-Cameroun qui visent une articulation cohérente entre sécurité alimentaire du ménage (satisfaction des besoins vivriers) et revenus monétaires, il serait judicieux d'étudier la rotation sur 3 ans suivante: **Coton-Soja-Céréale** (maïs ou sorgho).

8.2 Le semis mécanique

Rappels des acquis de ce sous-volet sur le semoir super-eco :

En 2008 une palette de disques de distribution a été proposée pour les cultures de coton, soja, tournesol et maïs (Cf rapport de synthèse 2008). La fabrication de ces disques à partir de ceux déjà connus a été ajustée aux semences en usage au Cameroun.

En 2009 un équipement spécial pour améliorer les performances du semoir super-éco a été proposé. En version conventionnelle, ce semoir est équipé d'un soc semeur qui rend son utilisation problématique sur des sols mal préparés. En effet, ce semoir, conçu en région sahélienne (origine Sénégal) est parfaitement adapté pour des sols sablonneux et peu encombré de résidus de récolte. Par contre, dès que le sol est moins bien préparé (labour irrégulier) avec beaucoup de résidus de récolte ou de repousses de mauvaises herbes, le soc de semis est à l'origine de nombreux bourrages qui engendrent des grandes irrégularités de semis et un surplus de pénibilité de travail (arrêts fréquents).

Ainsi des modifications ont été effectuées sur les équipements de ce semoir « mythique » pour :

- *d'une part, le rendre plus « tout-terrain » et améliorer la qualité de semis en conditions difficiles d'où le remplacement du soc semeur par deux disques « ouvreurs »;*
- *d'autre part, permettre de réaliser du « semis-direct » sur des résidus de récolte plus dense d'où le rajout en avant du semoir d'un disque « trancheur » vertical pour couper les résidus de récolte.*

Ces modifications réalisées dans un atelier en France n'avaient pu être testées qu'en fin de campagne 2009 à cause des délais d'acheminement des nouvelles pièces sur Garoua.

Pour la campagne 2010 et à la demande de la SODECOTON, il a été procédé à la fabrication des équipements nécessaires pour équiper 10 semoirs super-éco avec des disques trancheurs et ouvreurs en remplacement des socs. Ces pièces de semoirs ont été fournies à la SODECOTON mais ne sont parvenues à Garoua que courant juin. Cinq semoirs ont été équipés et répartis dans des secteurs sans véritable consignes et/ou protocoles les accompagnants ce qui fait que peu de données fiables ne peuvent être fournies pour cette campagne. Au niveau de l'équipe diversification, une grande partie des semis a été effectuée avec l'adaptation disques semeurs. Les résultats ont été concluants avec cependant une contrainte importante à relever concernant le poids trop léger du semoir sur les terrains mal préparés car il a été conçu et adapté aux sols sablonneux généralement bien nivelés au moment du semis.

Par moment en franchissant un obstacle (grosse motte), le semoir se soulève d'un côté avec une roue «pendante » ce qui stoppe momentanément le mécanisme distributeur. Ceci a forcément des incidences négatives sur le nombre de graines semées.

L'équipe a pu confirmer ces observations pratiques par les résultats d'un petit test de semis mécanique. Au départ ce test était destiné à déterminer le disque adéquat pour une densité recherchée de 235 000 pieds/ha au cas où cette préconisation technique aurait été retenue pour diffusion. (Cf résultats essai densité de la campagne 2009)

Ci-après les résultats de ces mesures obtenues avec un lot de graines hétérogène au niveau de la taille des graines

Tableau 28: Résultats test semis mécanique

Disques : Nb de crans	Densité théorique : plants/ha	Densité observée au champ : plants/ha	Réalisé/théorique
30	384 314	216 667	56,4 %
26	326 275	187 333	57,4 %
24	301 176	166 667	55,3 %

Ces constats incitent l'équipe à poursuivre les recherches en vue d'obtenir une utilisation plus optimisée du semoir quelle que soit la culture mise en place : soja, coton, maïs, ..

Une solution consisterait à alourdir le semoir avec un poids supplémentaire (masse en fonte de 25 à 30 kg) afin de le rendre plus stable sur des terrains mal préparés et donc insuffisamment nivelés.

8.3 Autres activités transversales

8.3.1 La production de semences de SOJA

Pour pouvoir maintenir une pureté variétale dans le matériel végétal actuellement en diffusion (Houla 1, SJ 235, TGX 1910 14 F, TGX 1844 18 E et TGX 1448 2 E) un volet de production de semences de base G3 (stade avant la multiplication de R1) a été mis en place. Deux variétés ont été multipliées à partir d'un réseau de producteurs/multiplicateurs : 1,5 tonnes de Houla 1 et 9,5 tonnes de TGX 1910 14F de semences G3 ont ensuite été achetées par la SODECOTON.

8.3.2 Les formations de démonstrations sur l'utilisation culinaire du soja

A la demande de la CNPC, un programme de séances de démonstrations sur l'utilisation culinaire du soja a été mis en place et exécuté en collaboration avec les régions SODECOTON. En effet de nombreux nouveaux producteurs de soja ne connaissent pas ou peu les utilisations culinaires que pourrait proposer le soja. Même si l'objectif premier de ces producteurs reste la vente afin de se procurer des revenus monétaires, une petite partie de la production peut être valorisée dans l'autoconsommation familiale ce qui pourrait améliorer l'aspect qualitatif de la sécurité alimentaire de ces ménages. Le public ciblé était composé des épouses des membres des groupements de producteurs de coton. Ces formations avaient déjà été testées et dispensées par l'équipe diversification lors de la campagne 2008.

Ci-après le récapitulatif des 8 séances effectuées en mars et avril 2011.

Tableau 29: Séances de sensibilisation à l'utilisation culinaire du soja

Région	Secteurs concernés	Lieu de formation	Dates	Nb participants
Toubo	Sud Vina	Mbaïmboum	3 et 4 mars	268
	Toubo	Toubo	9 et 10 mars	207
Ngong	Lagdo	Bamé	5 et 6 avril	125
	Ngong	Laïndé Massa	7 et 8 avril	103
Garoua	Pitoa et Bé	Badjouma	14 et 15 avril	223
	Bibémi et Padermé	Mandjola	19 et 20 avril	288
Mayo Galké	Madingring	Madingring	26 et 27 avril	203
	Tcholliré	Tcholliré	28 et 29 avril	187

9 Conclusions – propositions

9.1 SOJA

Variétal :

Les essais variétaux de cette campagne étaient très importants par leur ampleur : nombre de sites dans un espace étendu et nombre important de nouvelles variétés à tester. Les conditions climatiques n'ont pas été optimales pour de très bons rendements : installations tardives des pluies et rupture importante sur certains sites en cours de campagne (fin juillet-début août). Les retards de pluie en début de campagne ont ensuite provoqué un engorgement dans la mise en place des essais sur les différents sites, les questions logistiques se faisant alors sentir. Ainsi les essais de Kodeck n'ont pas pu être implantés dans les meilleures conditions. Malgré tout, les variétés de référence habituelles (TGX 1910 14F, TGX 1844 18E, Houla 1) ont confirmé leurs bonnes performances des années passées par rapport aux autres.

Il en va de même sur la question de la déhiscence des gousses pour laquelle les variétés TGX 1910 14F et TGX 1844 18E restent parmi les plus performantes.

Sur l'ensemble des 47 nouvelles variétés testées, 16 pourront être retenues sur les critères de rendement et de déhiscence des gousses pour effectuer des essais de confirmation lors de la prochaine campagne. Surtout le programme est peut-être en passe de compléter la palette à proposer en diffusion avec les bonnes performances de 2 variétés brésiliennes à cycle court : Goiania (95 jours) et Emgopa 316 (92 jours). Ces 2 variétés à cycle court ont obtenu des bons rendements comparativement aux autres, notamment à Kodeck au nord où les cycles courts sont recherchés. De plus en matière de déhiscence, elles ont présenté des résultats tout à fait acceptables notamment Emgopa 316 classée parmi les 4 moins sensibles de l'ensemble des variétés testées à Touboro. Pour ces 2 variétés, il sera extrêmement important de mesurer ce critère à Kodeck lors de la prochaine campagne.

Fertilisation

Les essais de fertilisation minérale ont confirmé les résultats des 2 années précédentes :

- l'impact de l'azote minéral est insignifiant notamment sur la variété TGX qui par ailleurs a affiché la meilleure capacité de nodulation même si le résultat était moindre qu'en 2009 (probablement l'effet du stress hydrique de début août) ;
- la demi-dose d'engrais (10 P2O5 + 30 K2O) induit un effet très significatif. Le passage à la dose complète est moindre à nul.
- l'effet poudrette de parc est surtout significatif en l'absence d'engrais minéral.

Le premier essai dose P2O5 et K2O n'a pas fourni de résultat significatif.

Densité de population

L'essai densité de peuplement n'a pas confirmé les résultats de l'année passée qui semblaient indiquer qu'entre une densité comprise entre 100 000 et 400 000 plants/ha il n'y avait pas d'incidence significative sur le rendement ce qui remettait en débat la préconisation technique de 330 000 plants/ha. Pour les 2 variétés testées et sur les 2 sites où les résultats étaient exploitables

(Sanguéré et Touboro), une corrélation est clairement établie entre densité et rendement par la méthode des courbes de régression. La capacité de compensation du soja lors de situations de faible densité de population a peut-être été annihilée par les ruptures de pluie survenues en cours de cycle notamment à Sanguéré. Cependant une approche différente d'interprétation des données, la méthode de la courbe enveloppe qui permet de mieux prendre en compte la structure élargie d'un nuage de points, relativise le résultat obtenu cette année.

Propositions de programme pour 2011

Concernant le soja , il s'agira de confirmer une bonne partie des actions de la campagne 2010/2011 notamment sur le choix de variétés à cycle court, la densité de semis, la fixation azotée et la déhiscence des gousses ainsi que le lancement d'un essai sur les herbicides spécifiques au soja :

- Essai variétal de confirmation de 16 variétés (TGX de l'IITA et 4 brésiliennes) retenues sur les critères de rendement, déhiscence des gousses et durée du cycle. Les mesures de déhiscence des gousses seront effectuées sur l'ensemble de cet essai ;
- Densité de semis du soja : reconduite de l'essai car les résultats de la campagne passée ne confirmaient pas ceux de la campagne 2009 ;
- Fertilisation : reconduire en priorité l'essai dose P2O5 et K2O qui n'a pas fourni de résultats significatifs en 2010 et conduire un essai fertilisation avec du fumier à la place de la poudrette;
- Fixation azotée : appliquer cet essai à de nouvelles variétés (2 témoins, 3 brésiliennes, 3 TGX ;
- Essai herbicide : tester une gamme d'herbicides spécifiques soja ;
- Production de semences G0;
- Evaluation des potentialités alimentaires des variétés de soja en cours de diffusion (composition nutritionnelle, aptitude technologique du grain,...).

9.2 TOURNESOL

Le programme tournesol a un peu marqué le pas au cours de cette campagne, toujours bloqué par le choix du matériel végétal qui trouvera peut-être une avancée à partir des hybrides obtenus localement par la SODECOTON.

Pour ce qui est de la campagne 2011, il s'agira de reprendre des essais variétaux en comparant les variétés composites et les hybrides obtenus localement en 2010 et effectuer des essais sur la fertilisation avec ces hybrides :

- Essai variétal: 3 composites importées multipliées durant la campagne passée, 2 hybrides obtenues localement par la SODECOTON en 2010 et 2 hybrides déjà testés en 2008 et 2009,
- Essai fertilisation: 2 variétés (1 hybride, 1 composite), avec en particulier une modalité prenant en compte la question de la fumure boratée ;
- Accompagner la DPA dans l'obtention d'hybrides.

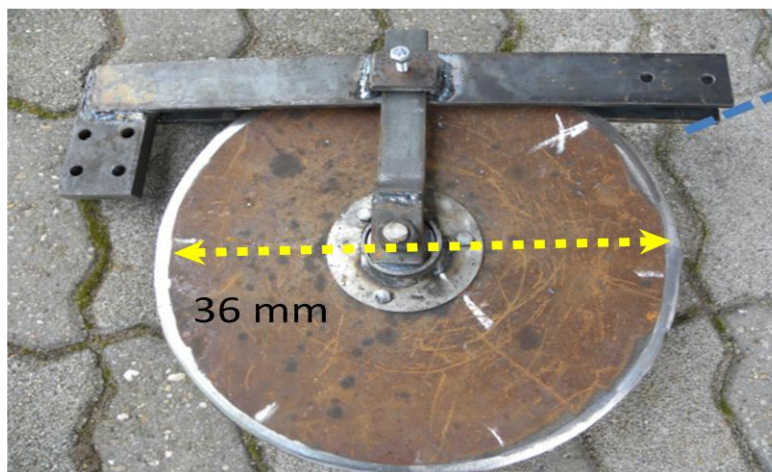
9.3 Les opérations transversales

Pour la campagne 2011 il s'agira de :

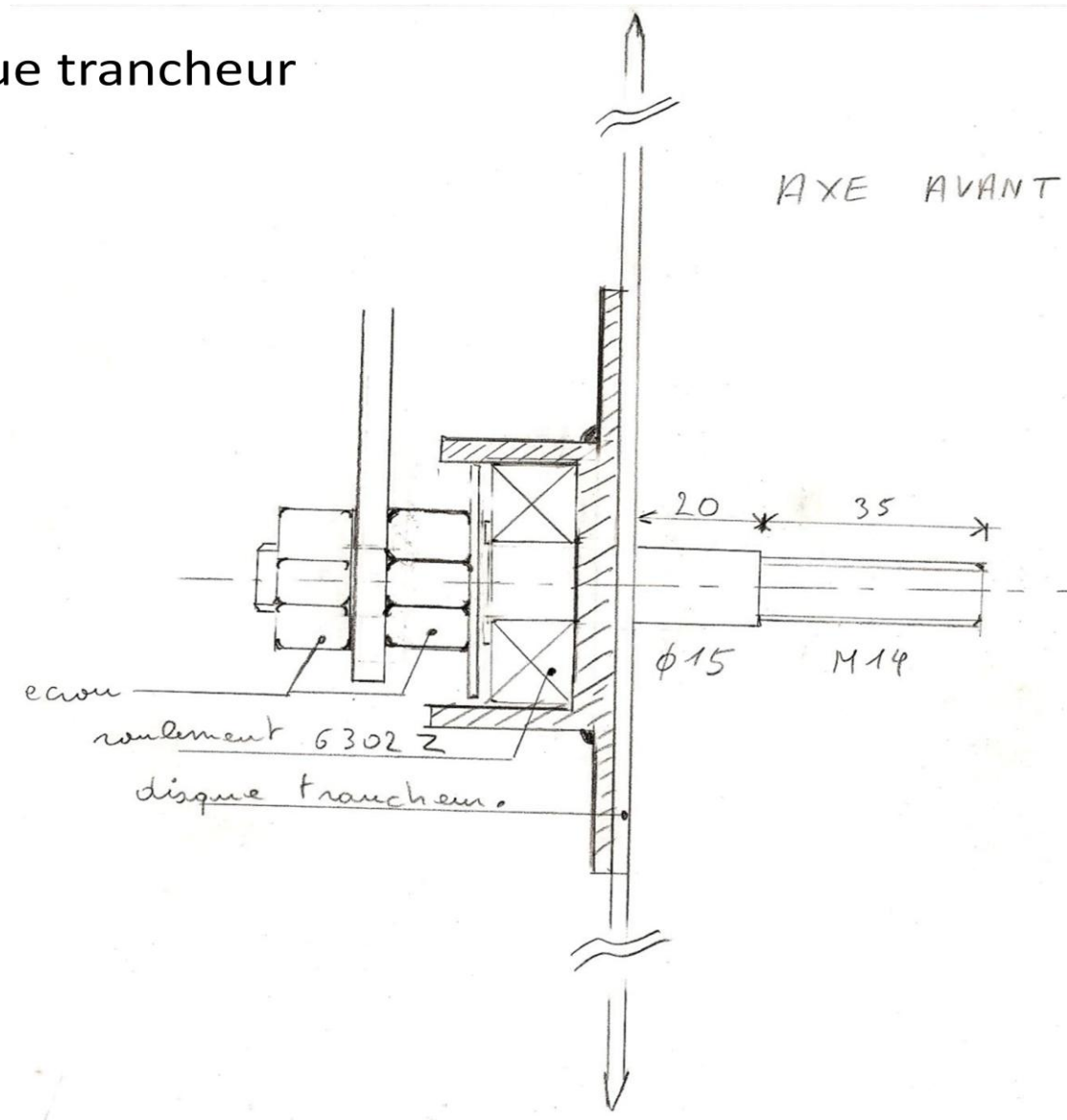
- poursuivre les essais entamés depuis 2 ans sur les rotations culturales (4 rotations binaires simples);
- sur le semis mécanisé : confirmer l'essai sur les adaptations apportées au semoir super éco notamment celle conçue pour le semis sur couvert végétal et, en collaboration avec la SODECOTON, suivre l'introduction et l'utilisation dans les secteurs des 5 semoirs équipés de ces adaptations.

ANNEXES Les modifications proposées pour le semoir super-éco

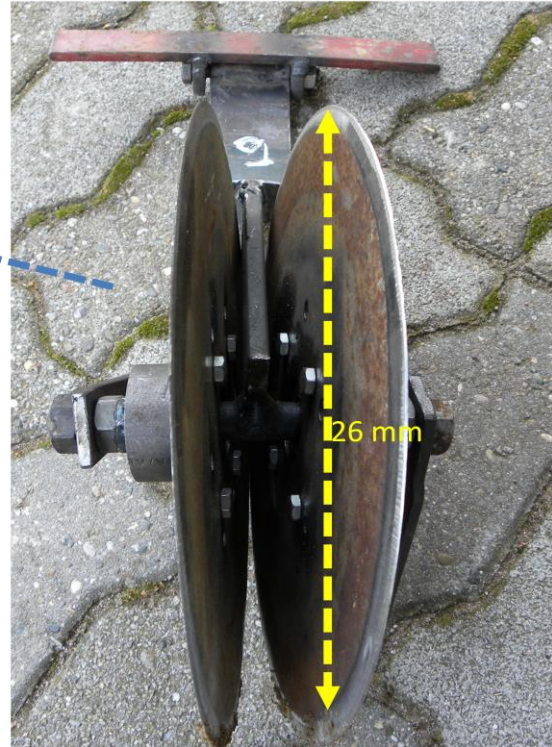
Disque trancheur (1 seul disque fixé à l'avant du semoir)



Plan de montage du disque trancheur

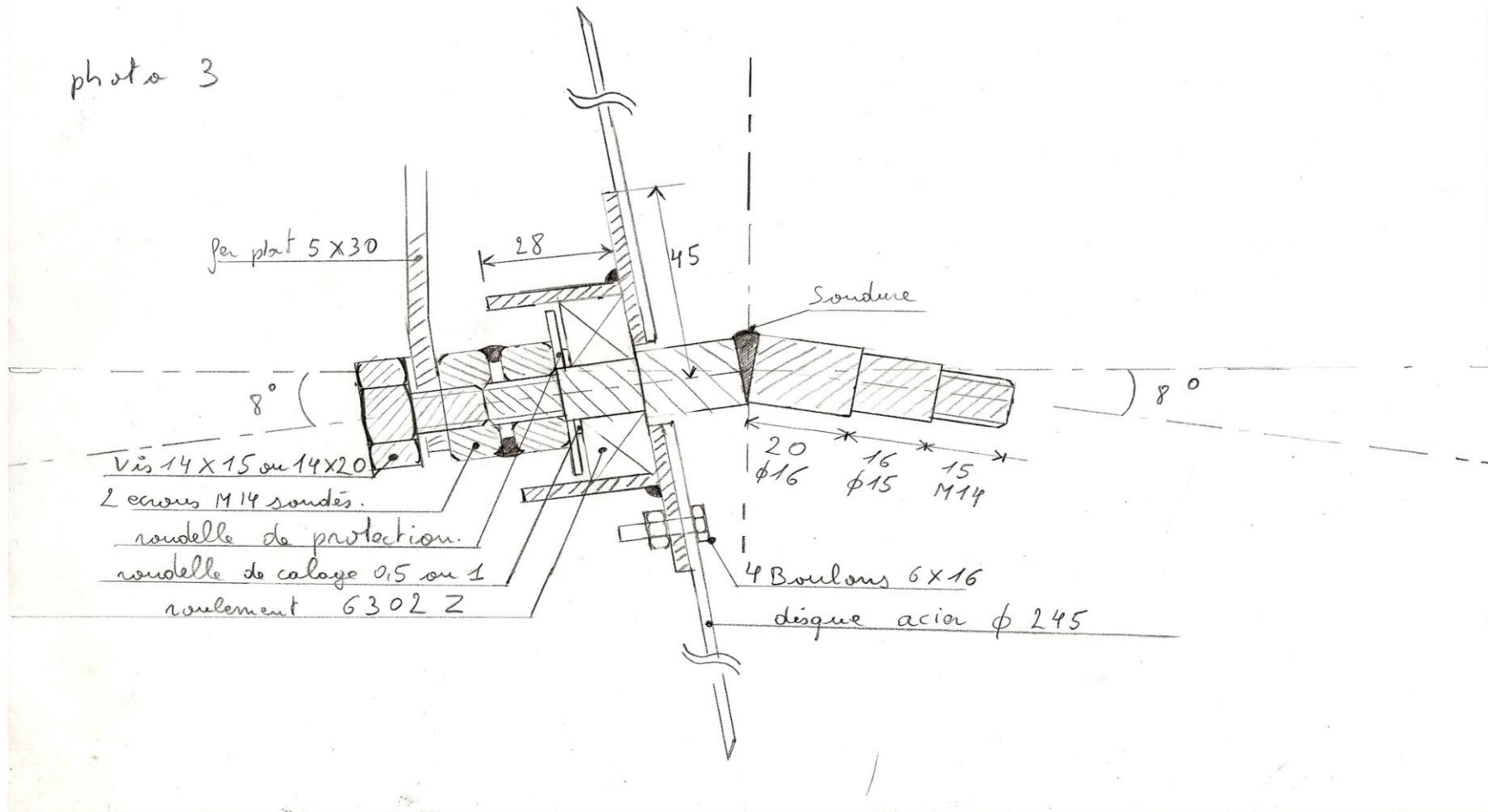


Disques ouvreurs (deux disques fixés à la place du soc ouvreur)

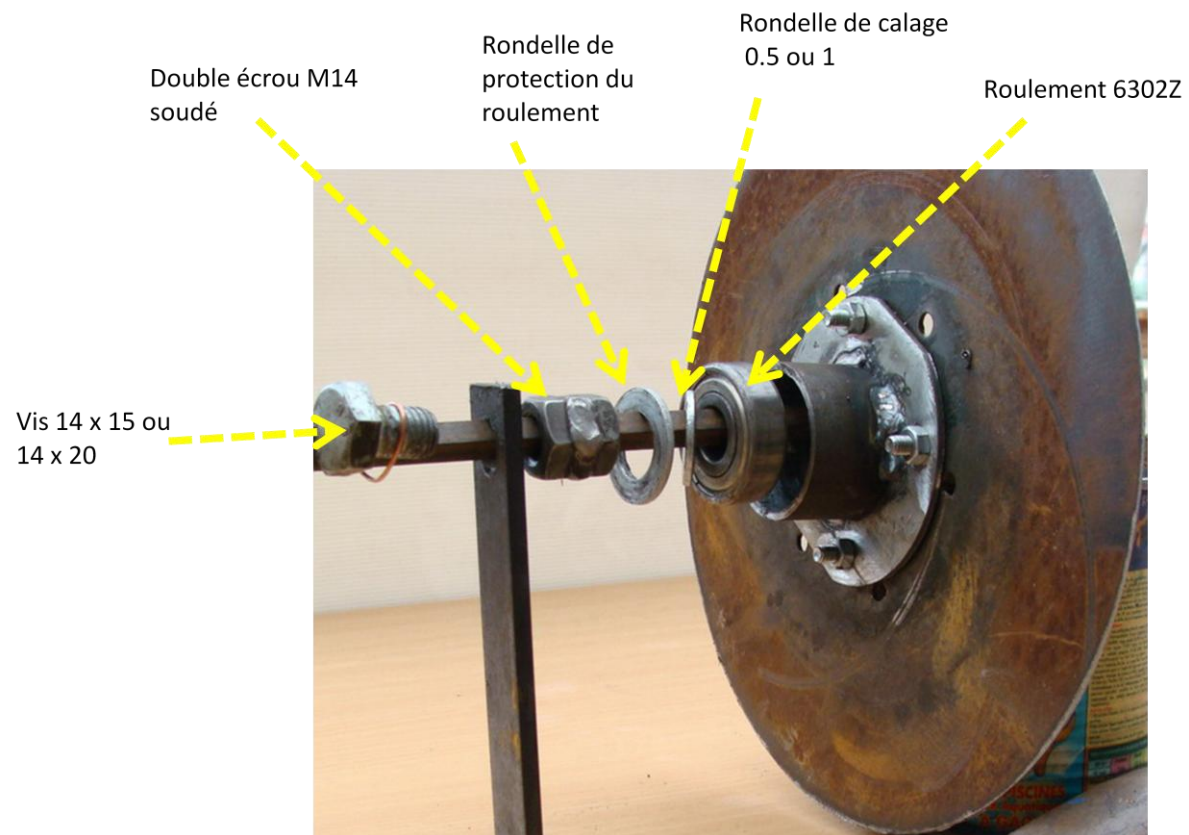


Plan de montage des disques ouvreurs

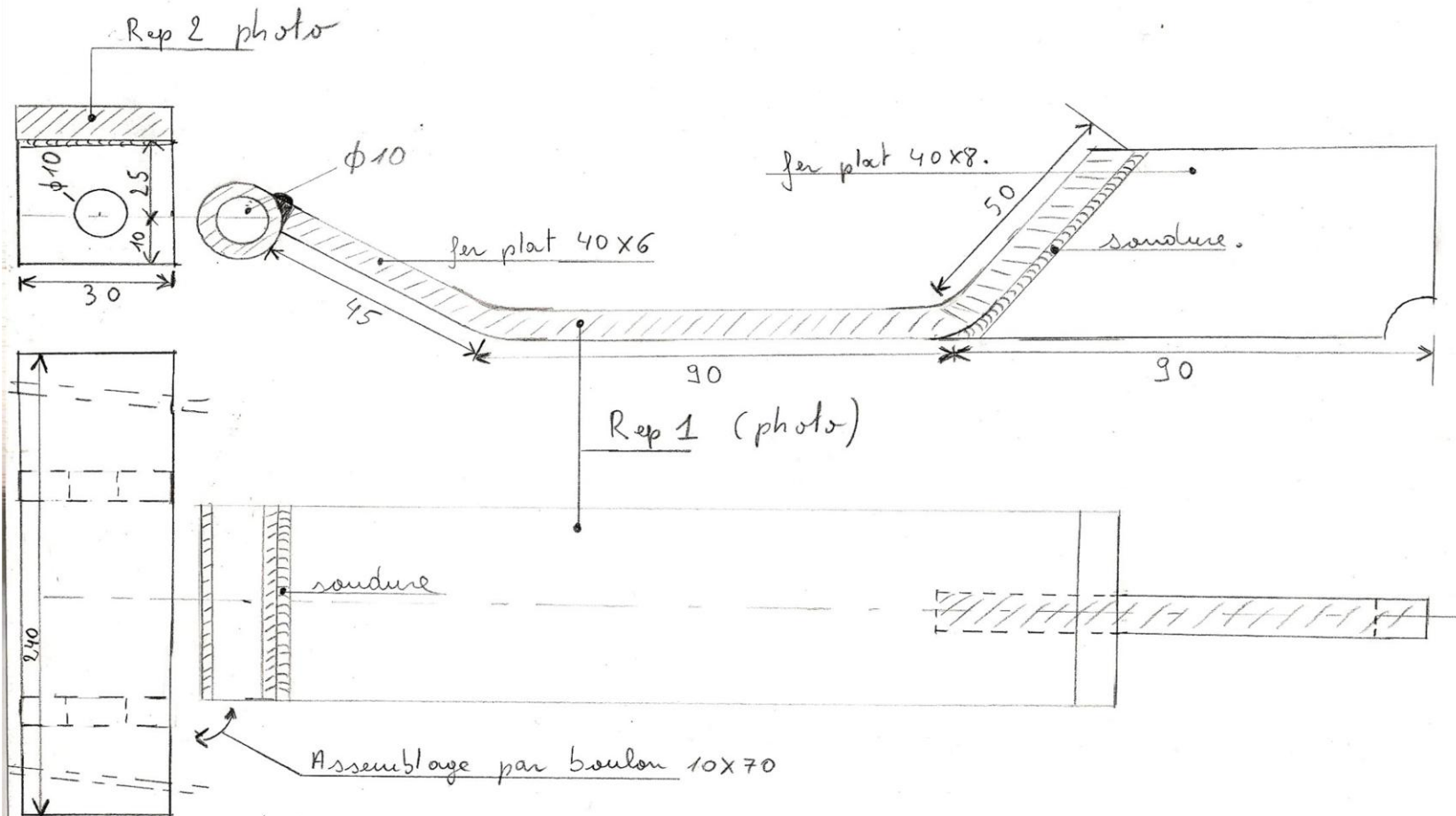
photo 3



Détail de la fixation du disque ouvreur sur son axe



Pièce de fixation des disques ouvreurs sur le châssis du semoir



Fixation des disques ouvreurs sur le châssis du semoir (vue de dessous)

